ORTAÖĞRETİM

FEN LİSESİ

BİYOLOJİ

10

DERS KİTABI

YAZARLAR

Elif AKTAŞ
Fatma DEMİRAY

DEVLET KİTAPLARI
BİRİNCİ BASKI
………………………., 2019

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI ....: 7015
DERS KİTAPLARI DİZİSİ ....: 1168

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Kitabın metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

HAZIRLAYANLAR

EDİTÖR
Yrd. Doç. Dr. Ali DOĞRU

DİL UZMANLARI
Filiz ŞEN
Kevser Gülşah AKTÜRK
Nilüfer TURHAN

REHBERLİK VE GELİŞİM UZMANI
Günay ERDEM ÖZKAN

GÖRSEL TASARIM ve GRAFİK UZMANLARI
Özlem EFEOĞLU
Salih YILMAZ
Sermin YENİÇAĞ

ISBN 978-975-11-4943-5

Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulunun 18.04.2019 gün ve 8 sayılı kararı ile ders kitabı olarak kabul edilmiş, Destek Hizmetleri Genel Müdürlüğünün 28.05.2019 gün ve 10443977 sayılı yazısı ile birinci defa 80.923 adet basılmıştır.

İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

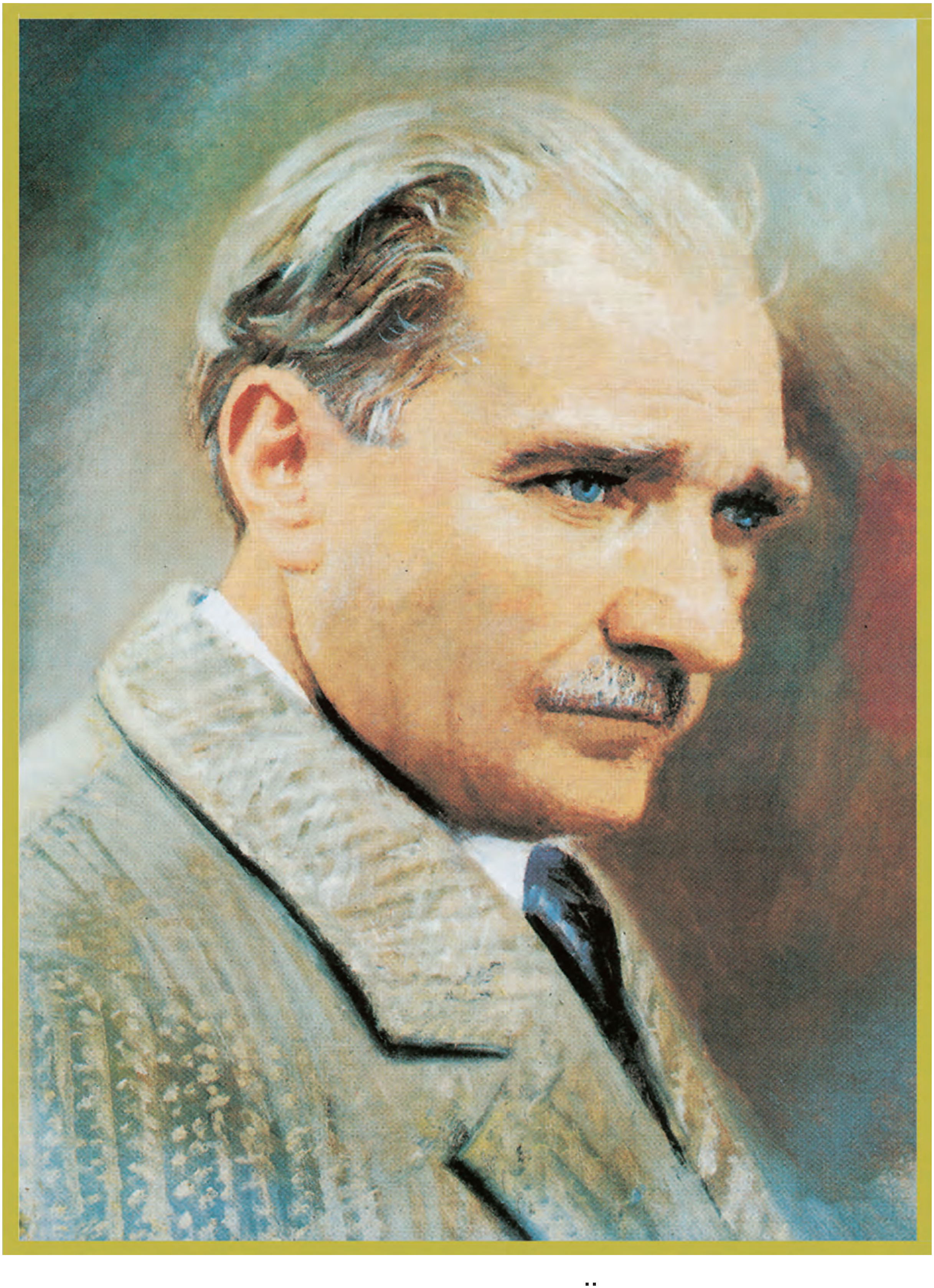
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

KİTABIN TANITIMI 10
ULUSLARARASI BİRİM SİSTEMİ (SI) 11
GÜVENLİK SEMBOLLERİ 13

1. ÜNİTE

1.
Ünite
HÜCRE BÖLÜNMELERİ

1. HÜCRE BÖLÜNMELERİ 14
- **1.1. Mitoz ve Eşeysiz Üreme** 16
  - 1.1.1. Hücre Bölünmesinin Gerekliliği 16
  - 1.1.2. Mitozla İlgili Kavramlar 17
    - Hücre Döngüsü 19
    - İnterfaz 19
    - Mitoz 19
    - Profaz 20
    - Metafaz 20
    - Anafaz 20
    - Telofaz 20
    - Sitoplazma Bölünmesi (Sitokinez) 21
    - Hücre Bölünmesinin Kontrolü 23
    - Hücre Bölünmesinin Kanserle İlişkisi 23
  - 1.1.3. Eşeysiz Üreme 27
    - Eşeysiz Üreme Çeşitleri 27
    - Bölünerek Üreme 27
    - Tomurcuklanma 28
    - Sporla Üreme 28
    - Rejenerasyon 28
    - Partenogenez 30
    - Vejetatif Üreme 31
    - Bitki Doku Kültürü 34
- **1.2. Mayoz ve Eşeyli Üreme** 36
  - 1.2.1. Mayoz 36
    - Mayozun Evreleri 36
    - Mayoz 1 36
    - Profaz 1 36
    - Metafaz 1 37
    - Anafaz 1 37
    - Telofaz 1 37
    - Mayoz 2 37
    - Profaz 2 37
    - Metafaz 2 37
    - Anafaz 2 37
    - Telofaz 2 37
  - 1.2.2. Eşeyli Üreme 41
    - Eşeyli Üremenin Temeli Mayoz ve Döllenme 42
    - **ÜNİTE ÖZETİ** 45
    - **ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU** 46
    - **ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME** 47

2. ÜNİTE

2.
Ünite
KALITIMIN GENEL İLKELERİ

2. KALITIMIN GENEL İLKELERİ 52
2.1 Kalıtım ve Biyolojik Çeşitlilik 54
2.1.1. Kalıtımın Genel Esasları 55
Mendel İlkeleri 56
Bağımsız Genlerde Gamet Çeşitliliğinin Hesaplanması 60
Monohibrit Çaprazlama 61
Dihibrit Çaprazlama 62
Bağlı Genlerde Gamet Çeşidi Bulma 64
Kontrol Çaprazlaması (Test Çaprazlaması) 65
Aleller Arasında Dominantlığın Derecesi 65
Eş Baskınlık (Kodominantlık) 65
Eksik Baskınlık 66
Çok Alellik 67
Pleiotropi 69
Eşeye (Cinsiyete) Bağlı Kalıtım 71
Soyağacı 75
Soyağacı Örnek ve Çözümleri 76
Mitokondriyal Kalıtımın Önemi 78
Kalıtsal Hastalıkların Ortaya Çıkmasında Akraba Evliliklerinin Etkisi 80
2.1.2. Genetik Varyasyonların Biyolojik Çeşitliliği Açıklamadaki Rolü 80
ÜNİTE ÖZETİ 83
ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU 84
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 85

3. ÜNİTE

3.
Ünite
EKOSİSTEM EKOLOJİSİ
VE GÜNCEL
ÇEVRE SORUNLARI
94

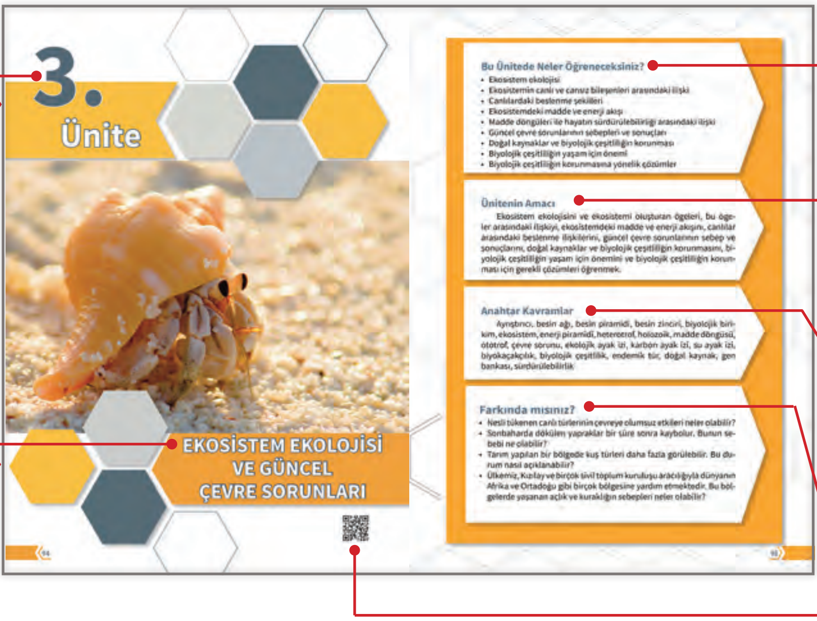
3. EKOSİSTEM EKOLOJİSİ VE GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI .. 94
3.1. Ekosistem Ekolojisi 96
3.1.1. Ekosistemin Cansız ve Canlı Bileşenleri 98
Ekosistemin Cansız Bileşenleri (Abiyotik Faktörler) 98
Işık 98
Sıcaklık 99
İklim 100
Su 100
Toprak ve Mineraller 101
Ortamın pH Değeri 101
Ekosistemin Canlı Bileşenleri (Biyotik Faktörler) 102
Üreticiler (Ototroflar) 102
Tüketiciler (Heterotroflar) 102
Ayrıştırıcılar 102
Popülasyon, Komünite ve Ekosistem 102
Ekosistemde Meydana Gelen Değişikliklerin Sonuçları .. 105
3.1.2. Canlılarda Beslenme Şekilleri 106
3.1.3. Ekosistemde Madde ve Enerji Akışı 108
Biyolojik Birikim 111
3.1.4. Madde Döngüleri ve Sürdürülebilirlik 112
a. Azot Döngüsü 113
b. Karbon Döngüsü 114
c. Su Döngüsü 115
3.2.Güncel Çevre Sorunları ve İnsan 116
3.2.1. Güncel Çevre Sorunlarının Sebepleri ve Sonuçları .. 116
3.2.2. Çevre Sorunlarının Ortaya Çıkmasında Bireylerin Rolü 121
3.2.3. Yerel ve Küresel Bağlamda Çevre Kirliliğinin Önlenmesine Yönelik Çalışmalar 125
3.3. Doğal Kaynaklar ve Biyolojik Çeşitliliğin Korunması 126
3.3.1. Doğal Kaynakların Sürdürülebilirliği 126
3.3.2. Biyolojik Çeşitliliğin Yaşam İçin Önemi 130
3.3.3. Biyolojik Çeşitliliğin Korunması 131
ÜNİTE ÖZETİ 135
ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU 136
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 138

CEVAP ANAHTARI..........146
SÖZLÜK..........149
DİZİN..........154
KAYNAKÇA..........156

KİTABIN TANITIMI

Ünite numarasının yer aldığı bölüm

Ünite adının yer aldığı bölüm


3. Ünite

EKOSİSTEM EKOLOJİSİ VE GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI

Bu Ünitede Neler Öğreneceksiniz?

- Ekosistem ekolojisi
- Ekosistemin canlı ve cansız bileşenleri arasındaki ilişki
- Canlılardaki beslenme şekilleri
- Ekosistemdeki madde ve enerji akışı
- Madde döngüleri ile hayatın sürdürülebilirliği arasındaki ilişki
- Güncel çevre sorunlarının sebepleri ve sonuçları
- Doğal kaynaklar ve biyolojik çeşitliliğin korunması
- Biyolojik çeşitliliğin yaşam için önemi
- Biyolojik çeşitliliğin korunmasına yönelik çözümler

Ünitenin Amacı

Ekosistem ekolojisini ve ekosistemi oluşturan ögeleri, bu ögeler arasındaki ilişkiyi, ekosistemdeki madde ve enerji akışını, canlılar arasındaki beslenme ilişkilerini, güncel çevre sorunlarının sebep ve sonuçlarını, doğal kaynaklar ve biyolojik çeşitliliğin korunmasını, biyolojik çeşitliliğin yaşam için önemini ve biyolojik çeşitliliğin korunması için gerekli çözümleri öğrenmek.

Anahtar Kavramlar

Ayrıştırıcı, besin ağı, besin piramidi, besin zinciri, biyolojik birikim, ekosistem, enerji piramidi, heterotrof, holozoik, madde döngüsü, ototrof, çevre sorunu, ekolojik ayak izi, karbon ayak izi, su ayak izi, biyokaçakçılık, biyolojik çeşitlilik, endemik tür, doğal kaynak, gen bankası, sürdürülebilirlik

Farkında mısınız?

- Nesli tükenen canlı türlerinin çevreye olumsuz etkileri neler olabilir?
- Sonbaharda dökülen yapraklar bir süre sonra kaybolur. Bunun sebebi ne olabilir?
- Tarım yapılan bir bölgede kuş türleri daha fazla görülebilir. Bu durum nasıl açıklanabilir?
- Ülkemiz, Kızılay ve birçok sivil toplum kuruluşu aracılığıyla dünyanın Afrika ve Ortadoğu gibi birçok bölgesine yardım etmektedir. Bu bölgelerde yaşanan açlık ve kuraklığın sebepleri neler olabilir?

Ünitede neler öğrenileceğini bildiren bölüm

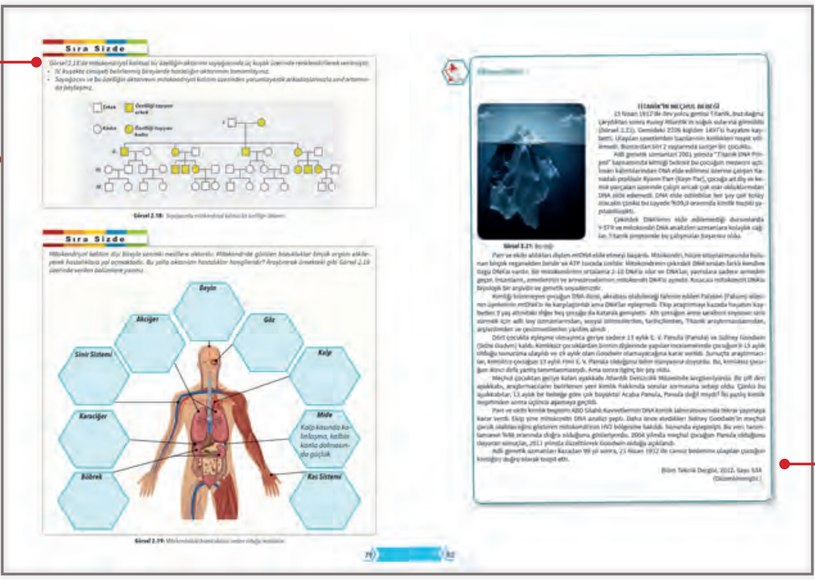
Ünitenin amacının yer aldığı bölüm

Ünitede öğrenilecek anahtar kavramların yer aldığı bölüm

Üniteye hazırlık sorularının yer aldığı bölüm

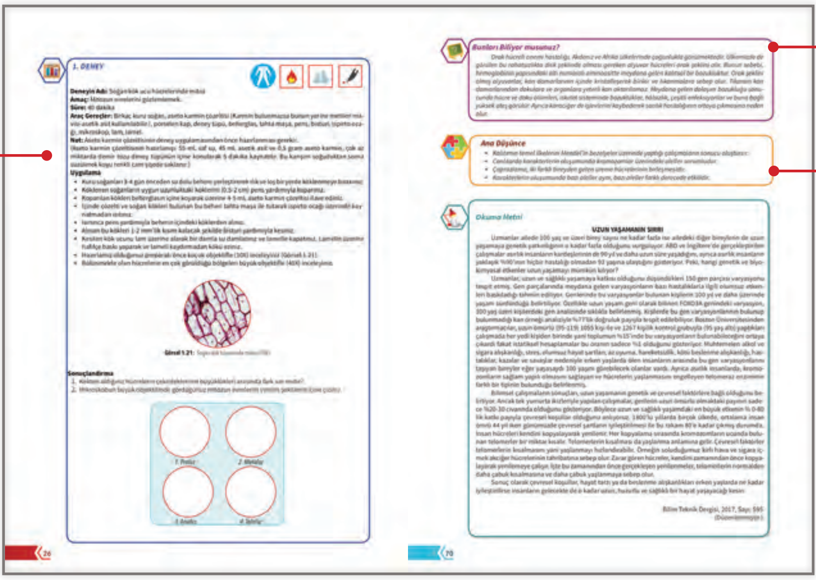
Üniteye ait karekodun yer aldığı bölüm

Düşünme, tartışma ve araştırma yeteneklerinin geliştirilmesi için hazırlanan bölüm



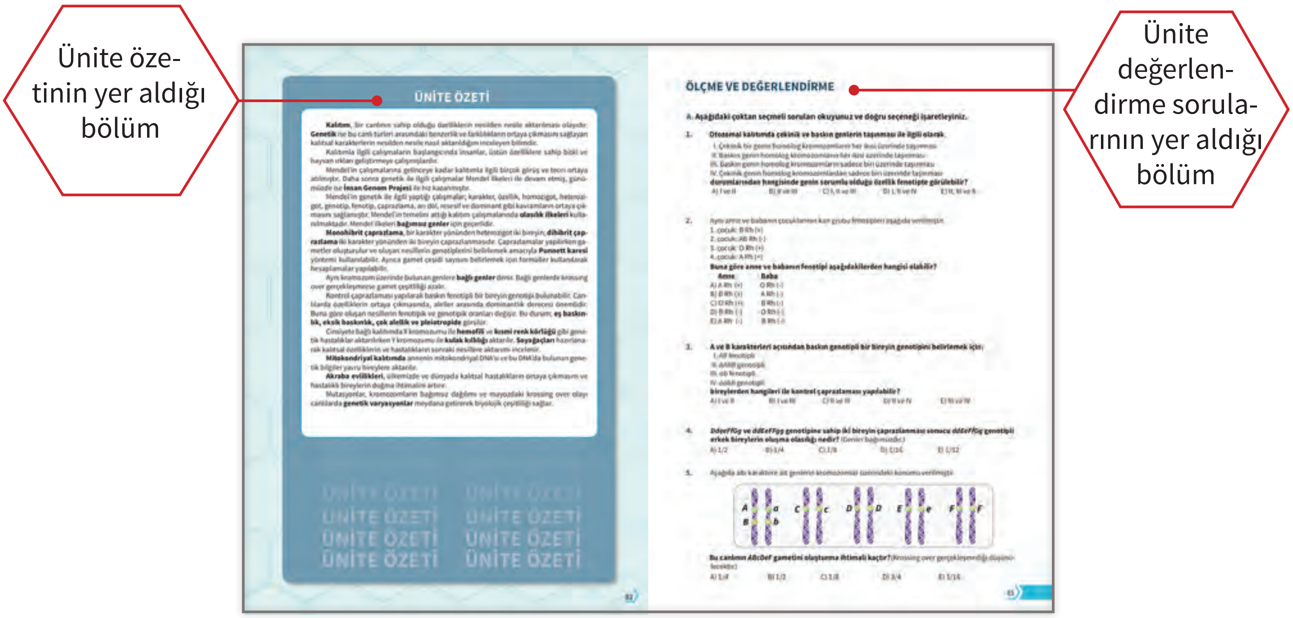
Konuyla ilgili okuma metinlerinin yer aldığı bölüm

Düşünme, tartışma ve araştırma yeteneklerinin geliştirilmesini sağlayan ve konuyu destekleyen deneylerin yer aldığı bölüm



Konuyu destekleyici bilgilerin yer aldığı bölüm

Konuyu pekiştirici bilgilerin yer aldığı bölüm



Ünite özetinin yer aldığı bölüm

Ünite değerlendirme sorularının yer aldığı bölüm

ULUSLARARASI BİRİM SİSTEMİ (SI)

Dünyadaki tüm bilim insanları Uluslararası Birim Sistemi'ni (SI) kullanır. Laboratuvarda yapılan ölçme çalışmalarında SI birimleri sıkça kullanılır.

SI ondalık sistemdir. Bir başka deyişle SI birimleri arasındaki ilişki 10'un katları şeklindedir. Örneğin SI'da uzunluk için temel birim metredir. Bir metre 100 cm'ye ya da 1.000 mm'ye eşittir. Bir metre aynı zamanda 0,001 kilometredir. Tablo 1'de yaygın olarak kullanılan SI birimlerinin katsayıları, ön ekleri ve sembolleri verilmiştir.

Tablo 1: SI Ön Ekleri

Örnek	Sembol	Temel Birim Katsayısı
Giga	G	1.000.000.000
Mega	M	1.000.000
Kilo	kg	1.000
Hekto	h	100
Deka	da	10
Desi	d	0,1
Santi	c	0,01
Mili	m	0,001
Mikro	µ	0,000001
Nano	n	0,000000001

Türetilmiş Birimler

Yüzey alanı, hacim, hız gibi büyüklükler türetilmiş birimler ile ifade edilir. Tablo 2'de biyolojide karşılaşabileceğiniz türetilmiş birimler verilmiştir. Türetilmiş birimler ön eklerle birlikte kullanılır.

Laboratuvarda hacim genellikle santimetre küp (cm^3) cinsinden ifade edilir. Dereceli silindirler, mililitre ya da santimetreküp ile derecelendirilmiştir. Bir metrekare 10.000 cm^2 ye eşittir. Büyük alanların ölçümü genellikle hektar (ha) cinsinden ifade edilir. Bir hektar 10.000 m^2 ye eşittir.

Tablo 2: Türetilmiş SI Birimi Ön Ekleri

Türetilmiş Büyüklük	Birim	Sembol
Alan	metrekare	m^2
Hacim	metreküp	m^3
Yoğunluk	kilogram/metreküp	kg/m^3
Hız	metre/saniye	m/s
Celsius sıcaklığı	derece celsius	°C

Eş Değer Ölçümler ve Birimlerin Dönüşümleri

SI birimleri arasındaki dönüşümler, katsayıların dönüşümünü gerektirir. Örneğin metreyi santimetreye dönüştürmek için metre ve santimetre arasındaki ilişkinin bilinmesi gerekir.

1 cm = 0,01 m ya da 1 m = 100 cm'dir.

15,5 santimetrelik ölçümün metreye dönüştürülmesi gerekirse aşağıdaki iki yöntemden biri uygulanabilir.

15,5 × (1 m)/(100 cm) = 0,155 m ya da 15,5 × (0,01 m)/(1 cm) = 0,155m

Aşağıda uzunluk, alan, kütle ve hacim için bazı eş değer ölçümler verilmiştir.

Tablo 3: Uzunluk eşdeğer ölçümleri

UZUNLUK
1 km = 1.000 m
1 m = temel uzunluk ölçüsü birimi
1 cm = 0,01 m
1 mm = 0,001 m
1 mikrometre (μm) = 0,000001 m

Tablo 4: Alan eşdeğer ölçümleri

ALAN
1 km^2 = 100 ha
1 ha = 10.000 m^2
1 m^2 = 10.000 cm^2
1 cm^2 = 100 mm^2

Tablo 5: Kütle eşdeğer ölçümleri

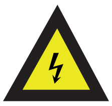
KÜTLE
1 kg = temel kütle ölçü birimi
1 kg = 1.000 gram (g)
1 g = 0,001 kg
1 miligram (mg) = 0,001 g
1 mikrogram (μg) = 0,000001 g

Tablo 6: Sıvı eşdeğer ölçümleri

SIVI HACMİ
1 kilolitre (kl) = 1.000 ml
1 litre (l) = temel sıvı ölçü birimi
1 mililitre (ml) = 0,001 l
1 mililitre (ml) = 1 cm^3

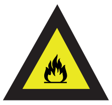
GÜVENLİK SEMBOLLERİ

Ders yılı boyunca biyoloji laboratuvarında çeşitli deneyler yapılacaktır. Bu deneyler sırasında güvenliğiniz ve sağlığınız için uymanız gereken bazı kurallar vardır. Bu kurallardan oluşan güvenlik sembollerinin anlamı aşağıda açıklanmıştır. Deneylerde verilen güvenlik sembollerini dikkate almanız güvenliğiniz ve sağlığınız için önemlidir.



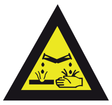
Elektrik Güvenliği

Bu piktogram, yapılacak işlemlerde elektriği şehir hattından kullanmak gerektiğini; güç kaynağı kullanırken iletken kısımlara dokunmanın tehlikeli olacağını belirtir.



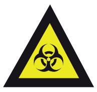
Yangın Güvenliği

Bu piktogram, yapılacak işlemlerde yangın çıkmaması için gerekli önlemlerin alınması gerektiğini gösterir.



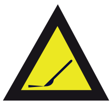
Aşındırıcı Madde Güvenliği

Bu piktogram, aşındırıcı maddelere veya buharlarına maruz kalındığında cilt, solunum sistemi, sindirim sistemi ve gözlerin zarar görebileceğini gösterir.



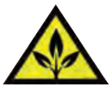
Biyolojik Risk

Bu piktogram, deney sırasında bakteri, protista, mantar, bitki ya da hayvanlar âleminden bir canlı örneği kullanılabileceğini, bu canlıların sebep olabileceği hastalıklara karşı dikkatli olmanız gerektiğini gösterir.



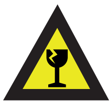
Kesici/ Delici Cisim Güvenliği

Bu piktogram, yapılacak işlemlerde kesici/ delici gereçlerin kullanıldığını ve işlemler sırasında yaralanmalara yol açabileceğini belirtir.



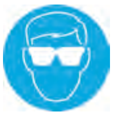
Bitki Güvenliği

Bu piktogram, deney sırasında kullandığınız bitkilerin cildinize zarar verebileceğini gösterir.



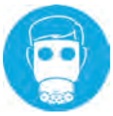
Kırılabilir Cam Güvenliği

Bu piktogram, cam malzemelerin kırılabileceğini gösterir. Cam malzemeler aşırı ısıtılmamalı ve ani sıcaklık değişimlerine maruz bırakılmamalıdır.



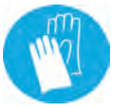
Göz Güvenliği

Bu piktogram, deneye başlamadan önce gözlük takmak gerektiğini belirtir. Gözlüksüz çalışma, göz sağlığına zarar verir.



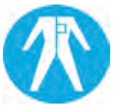
Solunum Güvenliği

Bu piktogram, deney sırasında maske kullanılması gerektiğini gösterir. Zehirli gazların solunmaması için maske kullanılmalıdır.



Isı Güvenliği

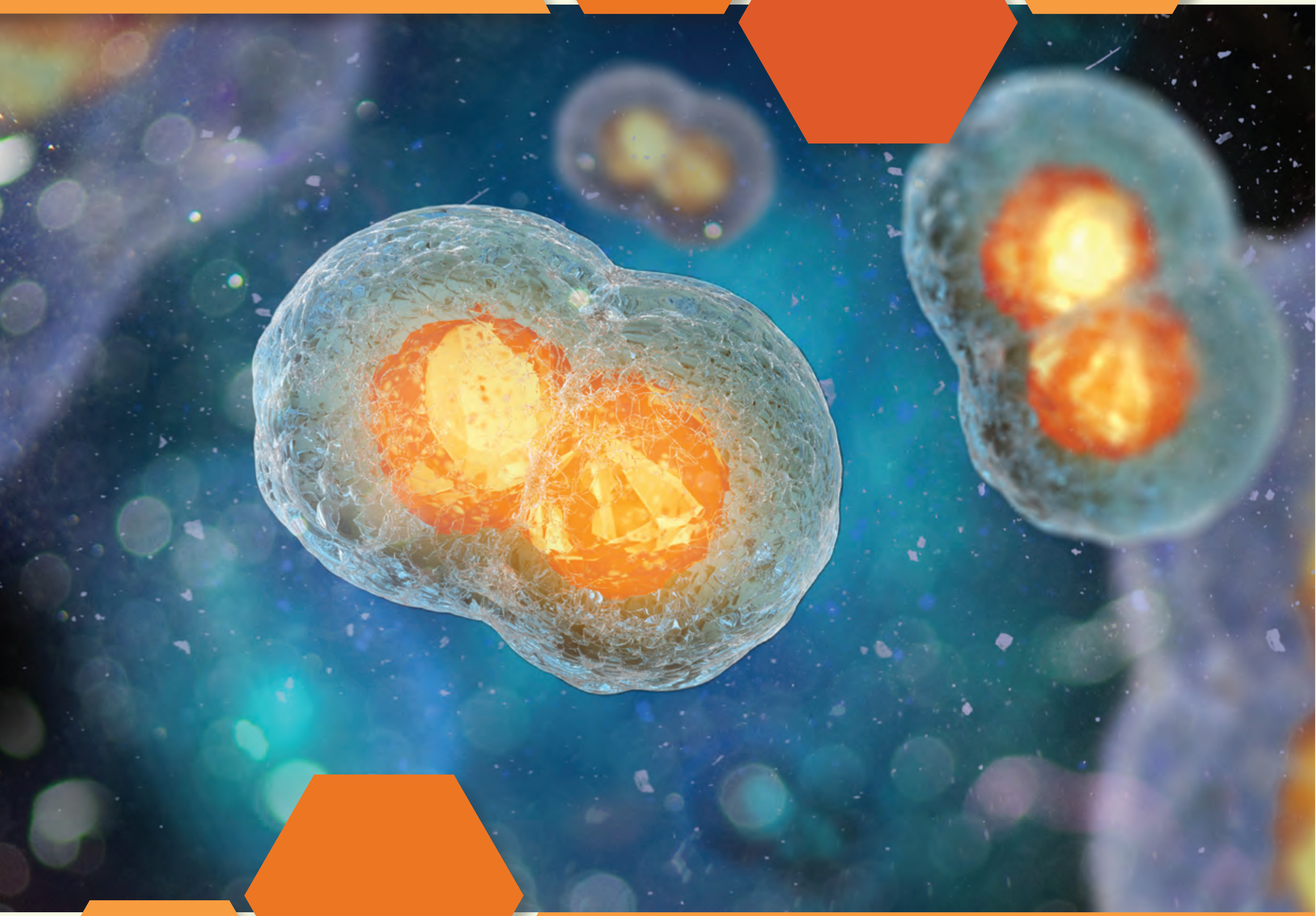
Bu piktogram, yapılacak işlemde çok sıcak bir yüzeyin veya ısıtıcının olduğunu gösterir. El, ayak ve diğer organların yanmaması için ısıya dayanıklı eldiven kullanılmalıdır.



Elbise Güvenliği

Bu piktogram, laboratuvar deneylerinde kullanılan malzemelerin etkisinden korunmak için önlük veya tulum kullanılması gerektiğini gösterir.

1. Ünite



HÜCRE BÖLÜNMELERİ

Bu Ünitede Neler Öğreneceksiniz?

- Hücre bölünmesinin gerekliliği
- Mitoz ve eşeysiz üreme
- Eşeysiz üreme örnekleri
- Mayoz ve eşeyli üreme
- Eşeyli üreme örnekleri

Ünitenin Amacı

Mitoz ve eşeysiz üremeyi, mayoz ve eşeyli üremeyi örnekler üzerinden kavramak. Eşeyli üremenin temelinin mayoz ve döllenme olduğunu öğrenmek.

Anahtar Kavramlar

hücre bölünmesi, eşeysiz üreme, interfaz, kanser, mitoz, diploit, döllenme, eşeyli üreme, haploit, krossing over, mayoz, sinapsis, tetrat

Farkında mısınız?

- Kırılan bir kemiğin iyileşme süreci, çocukta mı yoksa yaşlı bir kişide mi daha hızlıdır? Neden?
- Bir canlının dünyaya gelebilmesi için mutlaka erkek ve dişi bireye ihtiyaç var mıdır? Neden?
- Düzenli aralıklarla kesilmesine rağmen saçların ve tırnakların uzamasının nedeni nedir?
- Bir fidanının büyüyüp meyve vermesi ile ağacın gövdesinde oluşan bir yaranın onarılması arasında nasıl bir benzerlik vardır?

1. HÜCRE BÖLÜNMELERİ

Görsel 1.1: Köpeğin büyüme ve gelişme süreci

Günlük aktiviteler sırasında bazı kazalar ve yaralanmalarla karşılaşılır. Bu kazalar sonucu doku ve organlarda meydana gelen hasarlar zamanla iyileşir. Bu iyileşmeyi nasıl açıklarsınız?

Bahçeye dikilen bir erik fidanının büyüyüp meyve vermesi, yavru bir köpeğin büyüyüp gelişmesi gibi birçok biyolojik olayla günlük hayatta sıklıkla karşılaşılır (Görsel 1.1).

Büyüme, gelişme, zarar görmüş veya yıpranmış dokuların onarımı, üreme gibi biyolojik işlevler hücresel bir temele ve hücre bölünmesine dayanır. Alman bilim insanı Rudolf Virchow (Rudolf Virşov) bu durumu 1855'te şöyle ifade etmiştir: "Nerede bir hücre varsa orada daha önce yaşamış bir hücre bulunmak zorundadır." Bu ifade aynı zamanda hücre teorisinin esaslarından biri olan "Yeni hücreler, var olan hücrelerin bölünmesi sonucu oluşur." prensibini de yansıtır.

Prokaryot hücrelerde basit olarak ikiye bölünme gözlenirken ökaryot hücrelerde genel olarak iki tip hücre bölünmesi görülür. Bunlar mitoz ve mayozdur.

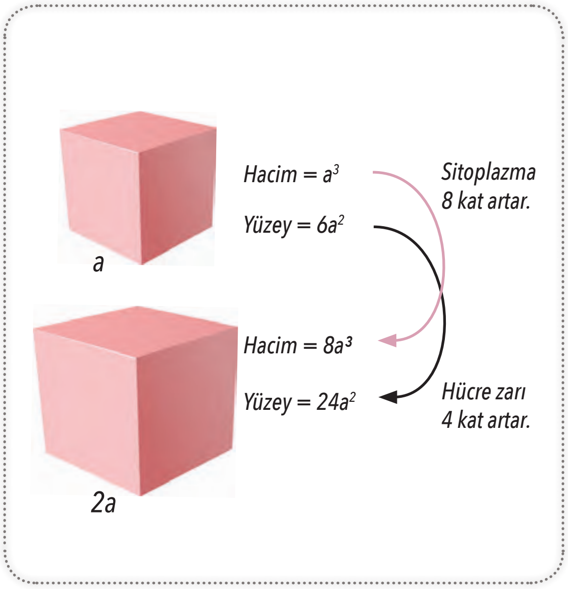
1.1. Mitoz ve Eşeysiz Üreme

Mitoz, canlıların yaşamında önemli bir rol oynar. Tek hücreli canlıların çoğu mitoz ile çoğalır. Mitoz ayrıca çok hücreli canlılarda büyüme ve gelişmeyi sağlar. Örneğin döllenmiş yumurtanın (zigotun) gelişmiş bir organizmayı oluşturması mitoz ile gerçekleşir. Bunun dışında çok hücreli canlılarda dokuların onarımını da sağlar. Ömrünü tamamlayan veya farklı nedenlerden dolayı yıpranan hücrelerin yerine yenilerinin oluşması mitoz ile sağlanır. Mitoz, büyüme ve gelişmeyi sağlamanın yanısıra bazı canlılarda üremede de etkilidir. Ancak bazı hücre tiplerinin mitoz yeteneği yoktur. Örneğin memelilerin kanında bulunan alyuvar hücreleri olgunlaşırken çekirdeklerini kaybeder. Alyuvarların 100-120 gün kadar ömrü vardır. Bu hücreler mitoz geçiremediği için bu sürenin sonunda ölür ve kemik iliği tarafından yeni alyuvar hücreleri üretilir. Kandaki diğer hücreler (akyuvar, kan pulcukları) ve kas hücreleri bölünmez. İnsanda üreme hücreleri (sperm, yumurta) mitoz geçirmez. Omurgalı canlılarda hasar gören sinir dokusu onarılamaz çünkü farklılaşmasını tamamlamış sinir hücrelerinin de mitoz özelliği yoktur. Bitkilerde ise sadece belli hücreler (meristem doku) mitoz geçirebilir.

1.1.1. Hücre Bölünmesinin Gerekliliği

Hücre metabolizmasının çekirdek tarafından kontrol edilmesi, hücrenin organik ve inorganik madde ihtiyacının karşılanması, atıkların hücreden uzaklaştırılması ve maddelerin hücrede iletimi için hücre boyutunun belli sınırlar içerisinde olması gerekir.

Hücre; morfolojik olarak bir küp şeklinde düşünülecek olursa büyümesi sırasında hücrenin hacmi, hücrenin kenar uzunluğunun küpü (a^3) oranında artarken hücrenin yüzeyi, hücre kenar uzunluğunun karesi (a^2) oranında artar. Bu nedenle hücre hacmini ifade eden sitoplazma ile hücre yüzeyini ifade eden hücre zarının büyüme hızı arasındaki oran (a^3/a^2) artmaya başlar (Görsel 1.2). Bu oran arttıkça hücre zarı sitoplazmanın ihtiyaçlarını karşılayamaz duruma gelir. Ayrıca hücrenin yönetim merkezi olan çekirdek de büyüyen hücrenin yönetiminde yetersiz kalacağından hücrenin yaşamı tehlikeye girer. Kısacası hücre bölünmesi; sitoplazma, hücre zarı ve çekirdek arasındaki koordinasyon sorunundan kaynaklanan bir ihtiyaçtır. Bu koşullar altında çekirdek, belli bir büyüklüğe ulaşmış olan hücrede bölünme emrini vererek hücre bölünmesini de yönetmektedir. Canlılarda hücre bölünmesinde hormonlar da etkilidir. Örneğin insanlardaki büyüme hormonu, vücut hücrelerinin büyümesini ve bölünmesini düzenlerken eşey hormonları, üreme hücrelerinin bölünmeyle oluşumu için uyarıcı etkiye sahiptir.



Görsel 1.2: Hücre büyümesinde hacim-yüzey ilişkisi

Sıra Sizde

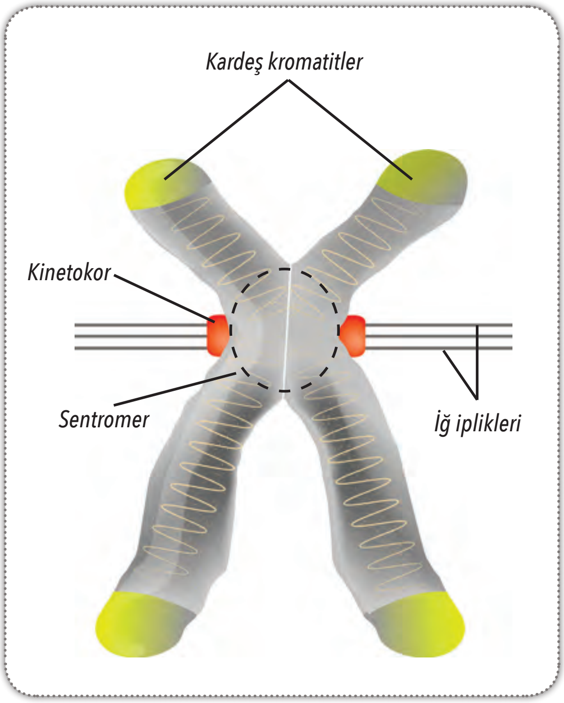
Hücreler normal büyüklüğünün 10 katı kadar olsaydı hücrenin metabolik faaliyetlerinde ve buna bağlı olarak canlıda ne gibi değişiklikler olurdu? Araştırarak sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

1.1.2. Mitozla İlgili Kavramlar

Hücre bölünmelerinin daha iyi anlaşılabilmesi için bazı kavramların bilinmesi gerekir. Bir karakterin oluşumunda etkili olan ata bireylerden gelen DNA parçasına **gen** denir. Bir hücrenin genetik bilgisini içeren DNA'ya **genom** adı verilir. Prokaryot hücrelerin genomu halkasal yapıda bir DNA'dan oluşur. Ökaryot hücreler ise birden fazla doğrusal DNA'dan oluşmaktadır. Ökaryot bir hücredeki DNA uzun bir moleküldür. Örneğin bir insan hücresinde bulunan DNA moleküllerinin uç uca eklendiği düşünülse uzunluğu yaklaşık 2 metre olur. Ancak DNA, hücre çekirdeğinin içinde kıvrılarak bir yumak şeklinde bulunduğundan insan hücresinin içinde kapladığı alan azdır.

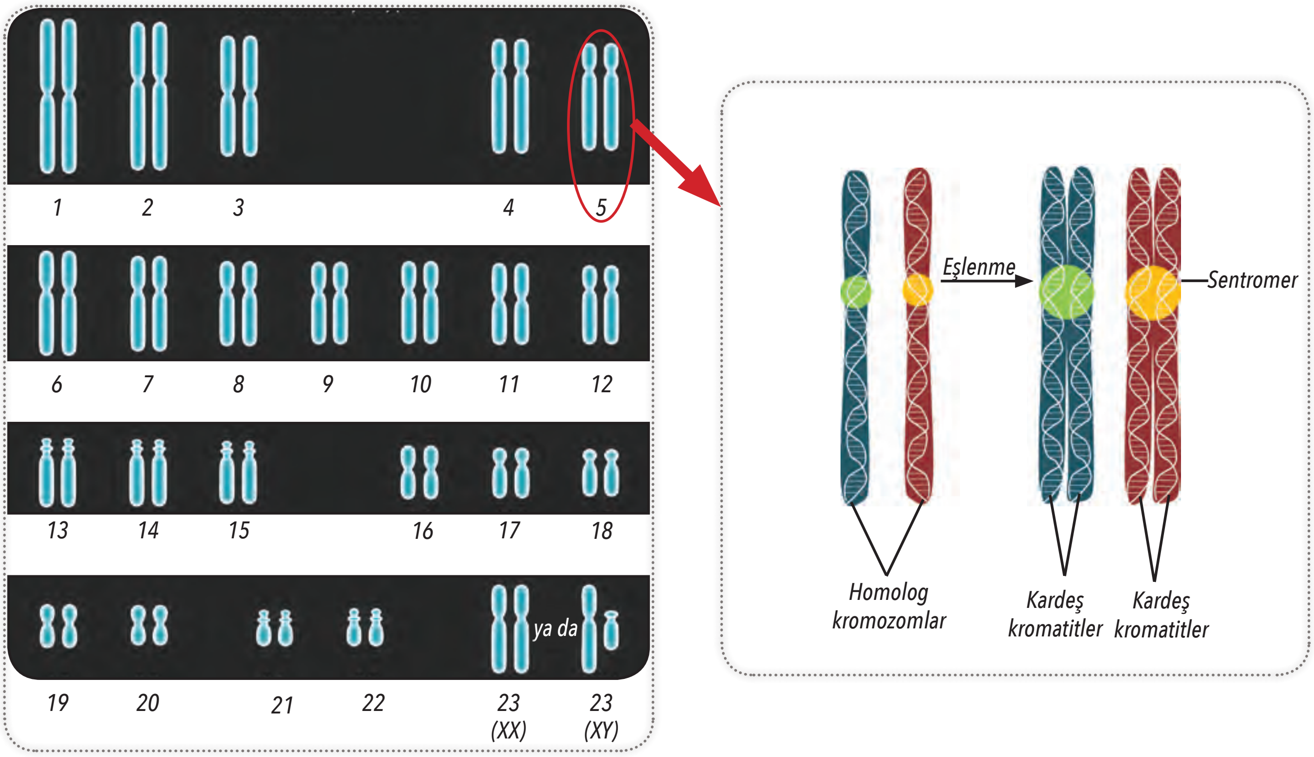
Hücre bölünme aşamasında değilken DNA molekülleri birleştikleri proteinlerle **kromatin iplik** adı verilen yapılara dönüşür. Kromatin ipliklerin yumak hâlindeki yapısına **kromatin ağı** denir. Hücre bölünme evresine girmeden önce DNA kendini eşler. Eşlemeden sonra kromatin iplikler yoğunlaşarak kısalıp kalınlaşır ve kromozomlara dönüşür. Kromozom oluşumu sayesinde DNA yavru hücrelere hatasız ve eksiksiz bir şekilde dağıtılır (Görsel 1.3).

Kromozom, DNA eşlenmesinden dolayı birbirinin aynısı olan iki parçadan oluşur. Bu parçaların her birine **kromatit** denir. Bu kromatitler aynı DNA'ları bulundurduğu için **kardeş kromatitler** olarak adlandırılır. Kardeş kromatitlerin bir arada tutunmasını sağlayan kısma **sentromer** denir. Sentromerlerin üzerinde bulunan, genellikle protein yapılı olan özelleşmiş bölgelere **kinetokor** denir. Kinetokorlar hücre bölünmeleri sırasında iğ ipliklerinin tutunduğu bölgelerdir.



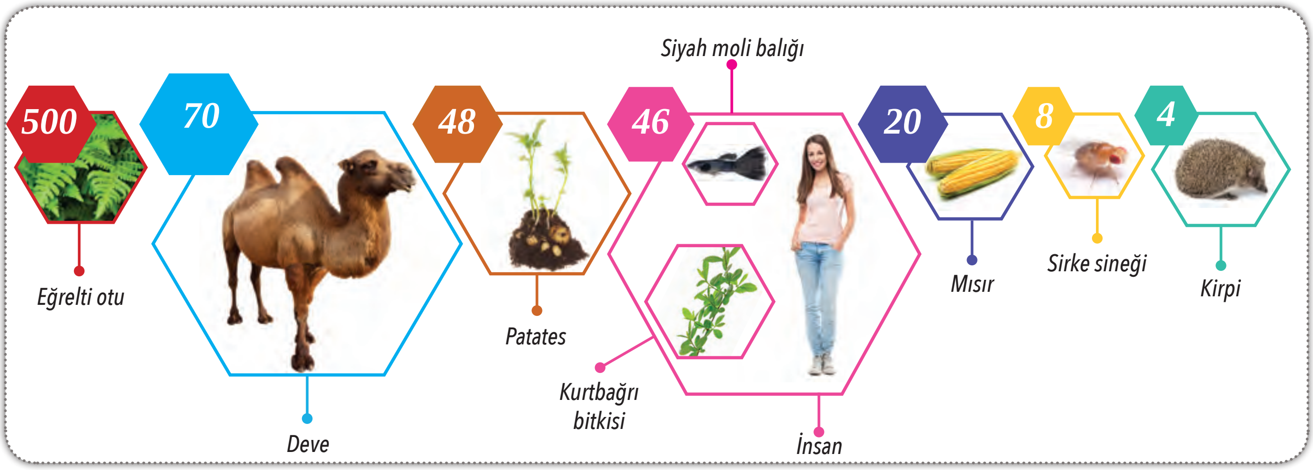
Görsel 1.3: Eşlenmiş kromozomun yapısı

Kromozomlar, çoğu hücrede çiftler hâlinde bulunur. Bu kromozomların büyüklükleri ve sentromer konumları aynıdır. Aynı karekterleri kontrol eden genlere sahiptir. Bu kromozomlara **homolog kromozomlar** denir. İnsan vücut hücrelerinde 46 kromozom bulunur. Bu kromozomların 23'ü anneden, 23'ü babadan gelir (Görsel 1.4).


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
ya da
23 (XX)
23 (XY)
Eşlenme
Sentromer
Homolog kromozomlar
Kardeş kromatitler
Kardeş kromatitler

Görsel 1.4: Homolog kromozomlar ve kardeş kromatitler

Kromozomları çiftler hâlinde (iki takım) bulunduran hücrelere **diploit hücre** denir ve **2n** ile gösterilir. Kromozomları çiftler hâlinde bulundurmayan (tek takım) hücrelere ise **haploit hücre** denir ve **n** ile gösterilir. İnsanın üreme hücreleri haploitken vücut hücreleri diploittir. Örneğin diploit kromozom sayısı insanın vücut hücrelerinde 2n = 46, sirke sineğinde 2n = 8, ayçiçeğinde 2n = 34; haploit kromozom sayısı insan üreme hücrelerinde n = 23, sirke sineğinde n = 4, ayçiçeğinde n = 17'dir. Kromozom sayısı canlının türüne göre değişir. Aynı türdeki sağlıklı bireylerin kromozom sayısı aynıdır. Ancak aynı sayıda kromozom taşıyan tüm canlılar aynı türden olmayabilir. Örneğin insanlar gibi kurtbağrı bitkisi ve siyah moli balığı da 46 kromozom taşır. Bu üç canlı farklı türdendir. Kromozom sayısının çok ya da az olması canlının gelişmişliği ile ilişkilendirilmez (Görsel 1.5). Gelişmişliği kromozomlar üzerindeki genler belirler.


Siyah moli balığı
500
70
48
46
20
8
4
Eğrelti otu
Deve
Patates
Kurtbağrı bitkisi
İnsan
Mısır
Sirke sineği
Kirpi

Görsel 1.5: Canlı türleri ve kromozom sayıları

İki hücre bölünmesi arasındaki dönem **hücre döngüsü** olarak adlandırılır. Mitoz, hücre döngüsünün sadece bir kısmını kapsar. Hücre döngüsü; **interfaz, çekirdek bölünmesi** (karyokinez) ve **sitoplazma bölünmesi** (sitokinez) evrelerini kapsar.

Hücre Döngüsü

İnterfaz

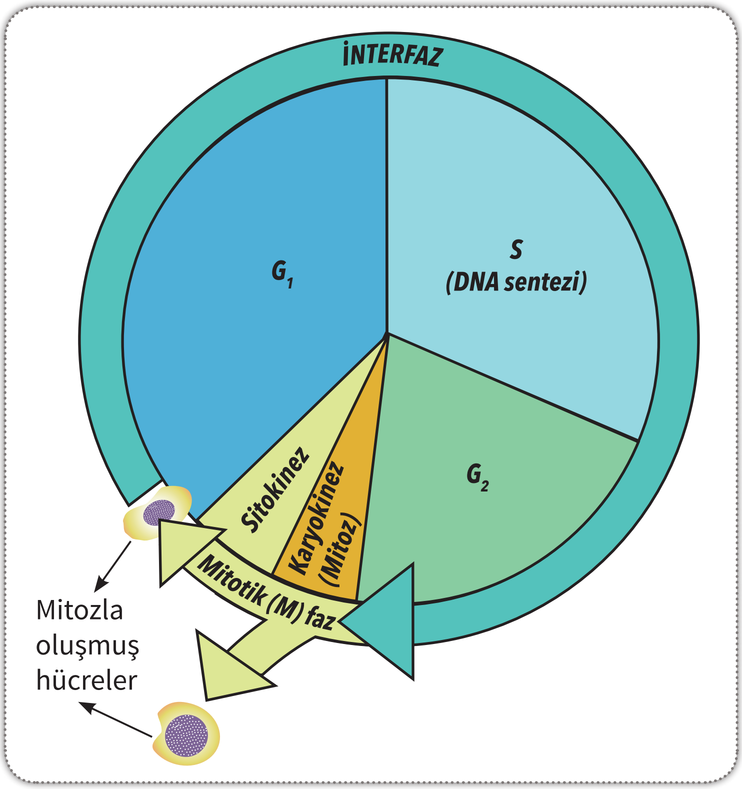
Bir bölünmenin tamamlanmasından sonra oluşan hücrelerin yeni bir bölünme başlangıcına kadar geçirdiği sürece **interfaz** denir. İnterfaz süresi hücre döngüsünün yaklaşık %90'ını oluşturur. Örneğin insan deri epitel hücresi 24 saatte bir bölünebilir. Bu sürenin yaklaşık 23 saati interfazı kapsarken geriye kalan 1 saatlik kısmında hücre, bölünme aşamasındadır. Bu nedenle çok sayıda hücreden oluşan preparatların mikroskobik incelemelerinde interfazdaki hücrelere daha fazla rastlanır. İnterfaz G_1, S ve G_2 olmak üzere üç aşamada gerçekleşir. İnterfazda bölünme için gerekli hazırlıklar yapılır, DNA kendine eşler, protein ve organeller üretilir bunun sonucunda hücre büyür. Hayvan hücrelerinde sentrozom kendini eşler.

G_1 evresinde metabolik olaylar yoğun şekilde sürer. Madde alışverişi, sentez ve yıkım reaksiyonları, organel yapımı (mitokondri, endoplazmik retikulum gibi), RNA sentezi devam eder. Hücreler bu evrede hızlı bir şekilde büyür.

S evresinde DNA kendini eşler ve böylece her genin bir kopyası oluşur. DNA miktarı iki katına çıkar.

G_2 evresinde protein, enzim ve RNA sentezi devam eder. Sitoplazmik organel sayısı artar.

Bölünme hızı canlıdan canlıya hatta dokudan dokuya farklılık gösterir. Örneğin bağırsak mukozasındaki epitel hücreleri, kan hücrelerini üreten kemik iliği hücreleri, bitki kök ve gövde ucundaki hücreler hızlı ve devamlı bölünür. Bazı doku hücreleri belirli zamanlarda bölünebilir. Örneğin karaciğer hücreleri yaralanma ya da yıpranan hücrelerin yerine yenilerinin yapılması gibi durumlar dışında bölünemez. Sinir, göz retinası ve çizgili kas hücreleri gibi ileri derecede özelleşmiş hücreler ise farklılaşmasını tamamladıktan sonra hiç bölünmez. Bölünme yeteneğini kaybeden bu hücreler interfazın G_1 evresinden çıkarak G_0 olarak adlandırılan evreye girer. İnsan vücudundaki hücrelerin çoğu G_0 evresindedir. Kalp kası hücreleri ise G_1 ve S evrelerini geçirip G_2 evresinde kalarak mitoza devam etmez. Bölünmeye devam eden hücrelerde ise interfazdan sonra mitotik faz (karyokinez ve sitokinez) ile hücre döngüsü tamamlanır (Görsel 1.6).



Görsel 1.6: Hücre döngüsü

Sıra Sizde

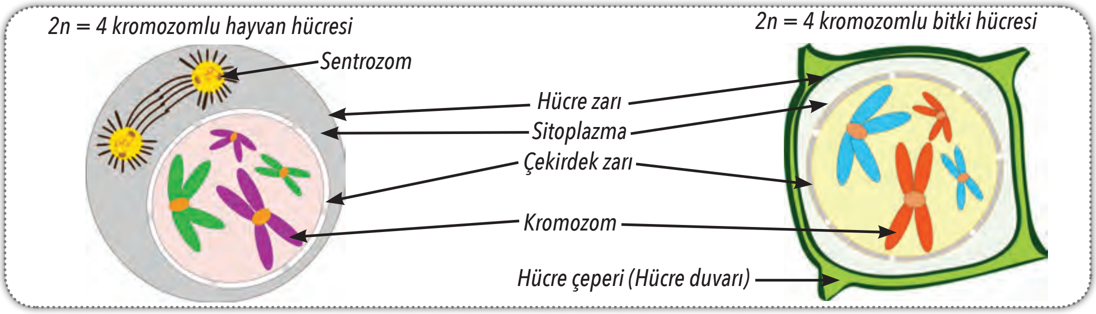
Embriyonik hücrelerde S evresi gözlenirken G_1 ve G_2 evreleri gözlenmez. Nedenini araştırarak sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

Mitoz

Mitoz; tek hücreli ökaryotlarda üremeyi sağlarken çok hücrelilerde organizmanın büyümesini, gelişmesini ve yıpranan kısımların onarılmasını sağlar. Ancak hücre gibi karmaşık bir yapının bölünmesi sadece ikiye ayrılma şeklinde gerçekleşen basit bir olay değildir. Mitozun diğer bir amacı da ana hücredeki kalıtım maddesinin yavru hücrelere aynen ve eşit şekilde aktarılmasıdır.

Mitoz, interfazın sonu ile başlayan ve birbirini takip eden evrelerden oluşur. Bölünen canlı hücrelerin belirli aralıklarla çekilen mikroskop görüntüleri, mitozda çeşitli basamakların olduğunu ortaya çıkarmıştır. **Çekirdek bölünmesi (karyokinez)**; gerçekleşen temel olaylara göre **profaz, metafaz, anafaz** ve **telofaz** olmak üzere dört evrede incelenir.

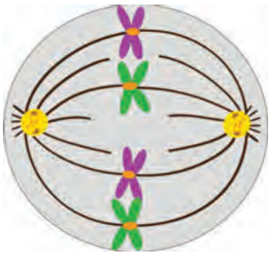
Profaz: Eşlenmiş kromatin iplikler, kısalıp kalınlaşmaya başladığında kromozomlar hâlinde görülebilir duruma geçer. Her kromozom birbirinin kopyası olan iki kromatitli hâldedir. Hayvan hücrelerinde sentrozomu oluşturan sentriyoller, iğ ipliklerini oluşturarak kutuplara doğru hareket eder. Bitki hücrelerinde sentrozom bulunmadığından iğ iplikleri mikrotübül yapıdaki proteinlerden oluşur. Çekirdek zarı ve endoplazmik retikulum parçalanır. Çekirdekçik kaybolur. Profaz, mitozun en uzun evresidir (Görsel 1.7 ve 1.8).


2n = 4 kromozomlu hayvan hücresi
2n = 4 kromozomlu bitki hücresi
Sentrozom
Hücre zarı
Sitoplazma
Çekirdek zarı
Kromozom
Hücre çeperi (Hücre duvarı)

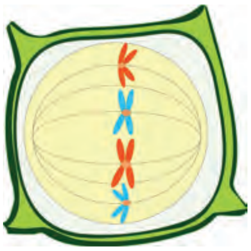
Görsel 1.7: Profaz

Görsel 1.8: Profaz

Metafaz: Kromozomlar, kinetokorlarına bağlanan iğ iplikleri sayesinde hücrenin ekvatoral düzlemine (metafaz plağı) tek sıra hâlinde yan yana dizilir. Kromozomların bu şekilde sergilenmesi **karyotip** olarak adlandırılır. Kromozomların en belirgin görüldüğü evredir (Görsel 1.9 ve 1.10).

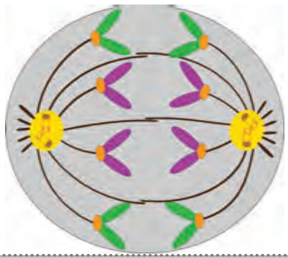


Görsel 1.9: Metafaz

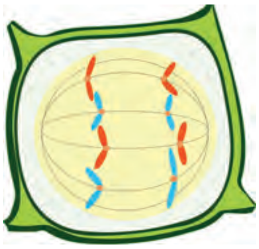


Görsel 1.10: Metafaz

Anafaz: Kardeş kromatitleri bir arada tutan sentromer bölgesindeki proteinler enzim tarafından yıkılır. İğ iplikleri sayesinde her bir kromozomun kardeş kromatitleri birbirinden ayrılarak zıt kutuplara hareket eder. Ayrılma gerçekleştikten sonra her kromatit, kromozom olarak adlandırılır. Bu evrede kardeş kromatitlerin birbirinden ayrılması kromozom sayısı ve kromozom yapısı aynı olan hücrelerin meydana gelmesini sağlar (Görsel 1.11 ve 1.12).

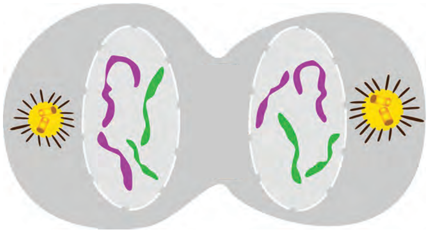


Görsel 1.11: Anafaz

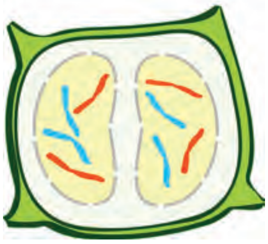


Görsel 1.12: Anafaz

Telofaz: Hücrenin zıt kutuplarındaki kromozomların etrafında çekirdek zarları ve endoplazmik retikulum yeniden oluşur. Çekirdekçik yeniden görünür hâle gelir. Çekirdek içinde kalan kromozomlar incelip uzayarak kromatin ipliklere dönüşür. İğ iplikleri kaybolmaya başlar. Böylece çekirdek bölünmesi (karyokinez) tamamlanmış olur (Görsel 1.13 ve 1.14).



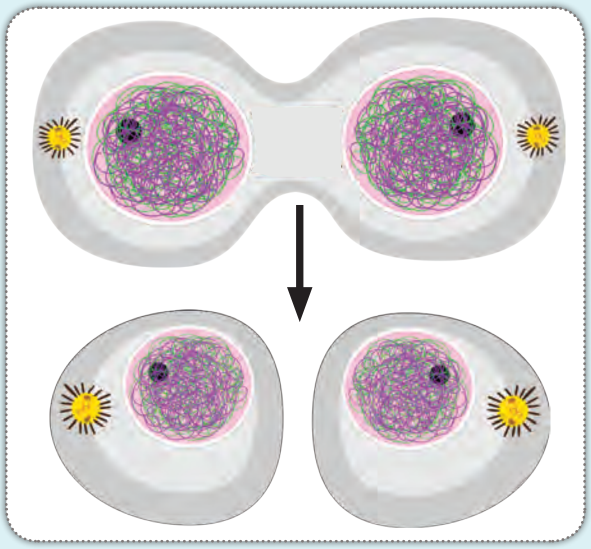
Görsel 1.13: Telofaz



Görsel 1.14: Telofaz

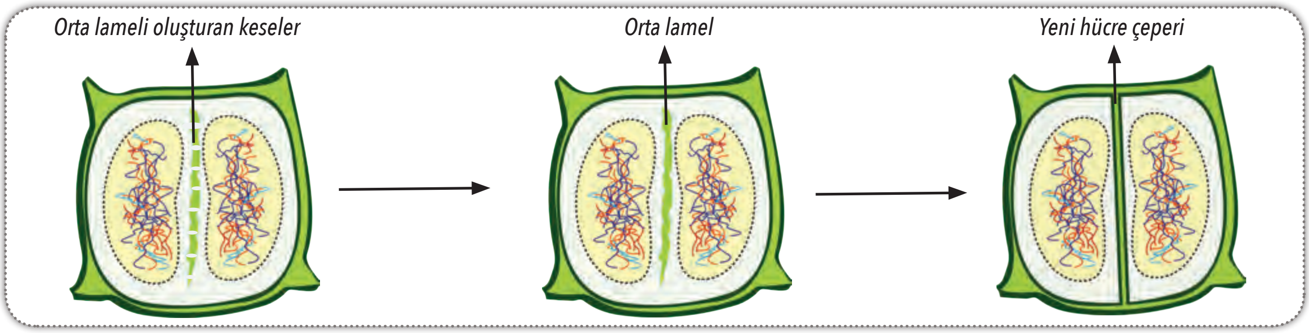
Sitoplazma Bölünmesi (Sitokinez)

Hayvan hücrelerindeki sitoplazma bölünmesi sırasında, hücre düzleminin ortasına yakın kısımlarında derin olmayan bir oluk oluşmaya başlar. Bu olaya **boğumlanma** denir. Bu oluğun sitoplazmaya bakan yönünde çekme halatına benzer mikrofilament proteinler vardır. Bunlar; bölünme oluğunu derinleştirir, hücreyi ikiye ayırır. Bölünme sonucu oluşan hücrelerin her biri kendine ait çekirdek, sitoplazma ve organeller bulundurur (Görsel 1.15).



Görsel 1.15: Hayvan hücresinde sitokinez

Bitki hücrelerinde hücre çeperi bulunduğundan sitoplazma bölünmesi boğumlanarak gerçekleşmez. Hücrenin ortasında, Golgi organeli tarafından hücre çeperinin ilk tabakası olan **orta lamel** (ara plak) oluşturulur. Orta lamel, sitoplazmayı ve sitoplazma içeriğini iki eşit parçaya böler. Aynı zamanda orta lamelin üzerinde selüloz içeren çeper oluşumu görülür (Görsel 1.16).



Görsel 1.16: Bitki hücresinde sitokinez

Örnek

Aşağıda bir hücre döngüsünde meydana gelen olaylar verilmiştir.

I. Sentromerlerin bölünmesi
II. DNA'nın replikasyonu
III. Sitoplazmanın boğumlanması
IV. Çekirdek zarının parçalanması

olaylarının gerçekleşme sırası nasıl olmalıdır?

A) I-II-III-IV
B) II-I-III-IV
C) III-II-I-IV
D) II-IV -III-I
E) II-IV-I-III

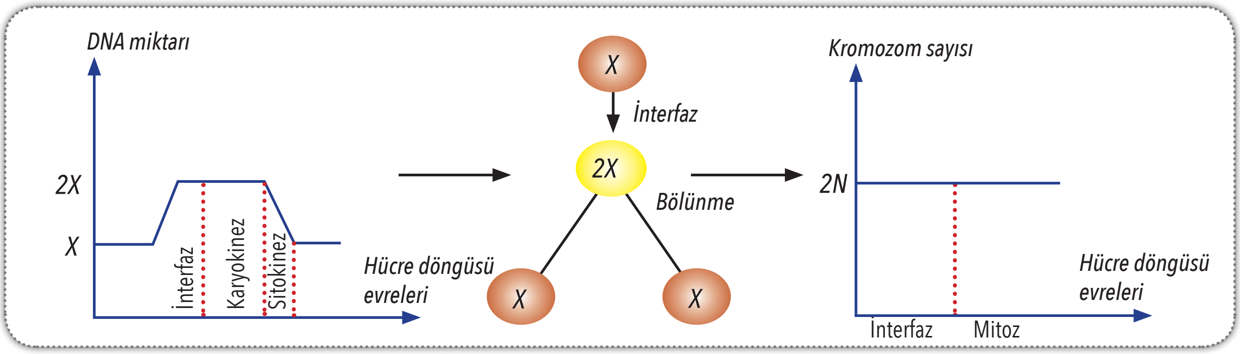
Çözüm

Cevap E seçeneğidir.

Sıra Sizde

*Bitkilerde tümör oluşumuna **gal** denir. Galın oluşmasına neden olan faktörler nelerdir? Araştırarak sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.*

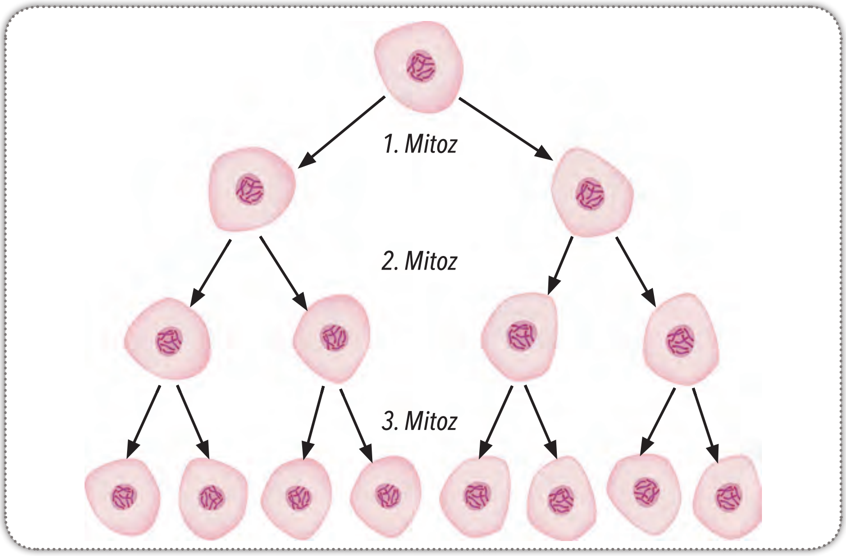
Mitotik faz, çekirdek bölünmesinden sonra sitoplazma bölünmesi ile tamamlanır. Çekirdek bölünmesi ile genetik açıdan birbiriyle aynı çekirdekler oluşur. Çekirdeklerin kromozom sayısı ve DNA miktarı (Grafik 1.1) aynıdır. Ancak çekirdekler arasında genetik açıdan farklılık varsa bunun sebebi mutasyondur.



Grafik 1.1: Hücre döngüsünde DNA miktarındaki değişim

Sitoplazma bölünmesinde sitoplazma miktarı ve organel sayısı bakımından eşit dağılım olmayabilir. Bu durum, oluşan iki yavru hücre arasında genetiksel farklılığa sebep olmaz. Oluşan yavru hücreler de belirli bir süre büyüdükten sonra tekrar bölünür.

Mitoz sonucu oluşan toplam hücre sayısı 2^n (n = bölünme sayısı) formülüyle hesaplanır. Örneğin bir hücre art arda üç kez mitoz geçirirse son bölünme sonucunda 8 yeni hücre ($2^n = 2^3 = 8$) oluşur (Görsel 1.17).



Görsel 1.17: Art arda 3 kez mitoz gerçekleşmesi sonucunda oluşan hücreler

Örnek

2n = 16 kromozomlu soğanın kök ucu hücrelerinden biri art arda 5 kez mitoz geçirmiştir.

Bu bölünmeler sonucunda

a) Oluşan toplam hücre sayısı nedir?
b) Oluşan hücrelerin kromozom sayısı kaçtır?
c) Oluşan hücreler birbirine kalıtsal olarak benzemekte midir? Açıklayınız.

Çözüm

a) Mitoz ile oluşacak hücre sayısı 2^n formülüyle hesaplanır.
n = 5 olduğuna göre $2^5 = 32$ tane yeni hücre oluşur.

b) Mitozda kromozom sayısı değişmez. Oluşan hücrelerin kromozom sayısı ana hücredeki gibi 2n = 16'dır.

c) Mitoz sonucunda oluşan yavru hücreler kalıtsal olarak hem birbirleriyle hem de ana hücreyle aynıdır. Bu nedenle oluşan 32 hücre birbiriyle aynı genetik yapıya sahiptir.

Hücre Bölünmesinin Kontrolü

Yapılan çeşitli bilimsel araştırmalar, hücre döngüsündeki ardışık olayların bir mekanizma tarafından kontrol edildiğini göstermiştir. Bu mekanizma, hücrede döngüsel olarak iş gören molekül gruplarından ibaret olup hücre döngüsündeki kritik olayları hem tetikler hem de eş güdümlü hâle getirir. Hücre döngüsünün kontrolü bu molekül gruplarının oluşturduğu **dur** ve **devam et** sinyalleri ile sağlanır. Hücre döngüsünde **G_1**, **G_2** ve **M** fazlarında üç kontrol noktası bulunur. Örneğin G_1 fazına ulaşmış bir hücrede **devam et** sinyali alınırsa G_1 tamamlanır ve bir sonraki aşamaya geçilir.

G_1 fazında hücre yeterli büyüklüğe ulaşmışsa, ortamda yeterli besin ve büyüme faktörü varsa DNA'da herhangi bir hasar olup olmadığı kontrol edilir. **Büyüme faktörü**; belirli vücut hücreleri tarafından diğer hücreleri bölünmeye sevk etmek için salınan bir proteindir.

G_2 fazında hücre bölünmesi için hazırlıklar tamamlanır ve hücre büyümesi devam eder. DNA eşlenmesinin hatasız olup olmadığı kontrol edilir. Eğer DNA'da bir hata ya da hasar varsa bu durum düzeltilinceye kadar hücre döngüsü durdurulur.

M fazında iğ ipliklerinin kromozom kinetokorlarına bağlanıp bağlanmadığı kontrol edilir. Kinetokorlar iğ ipliklerine tutunmazsa bir sonraki evreye geçilmez. Anafaz başlamaz.

Hücre döngüsünün kontrolünü sağlayan genlere; UV (ultraviyole) ışınlar, virüsler veya bazı kimyasallar hasar verebilir. Bu durumda hücre döngüsünün kontrolü bozulur.

SUNUM

Sunumun Konusu: Mitoz ile İlgili Elektronik Sunu
Amaç: Mitozu görsel sunumla açıklamak
Süre: 1 hafta
Araç Gereç: Genel Ağ erişimli bilgisayar, etkileşimli tahta

Uygulama

- Sınıfta beşer kişilik çalışma grupları oluşturunuz.
- Çalışma grubunuzla birlikte gerekli bilgisayar programlarını kullanarak mitozu açıklayıcı bir elektronik sunu (animasyon, video vb.) hazırlayınız. Sunumunuzun 5 dakikayı aşmamasına özen gösteriniz.

Sonuçlandırma

Hazırladığınız sunuyu sınıf içinde arkadaşlarınızla paylaşınız.

Sıra Sizde

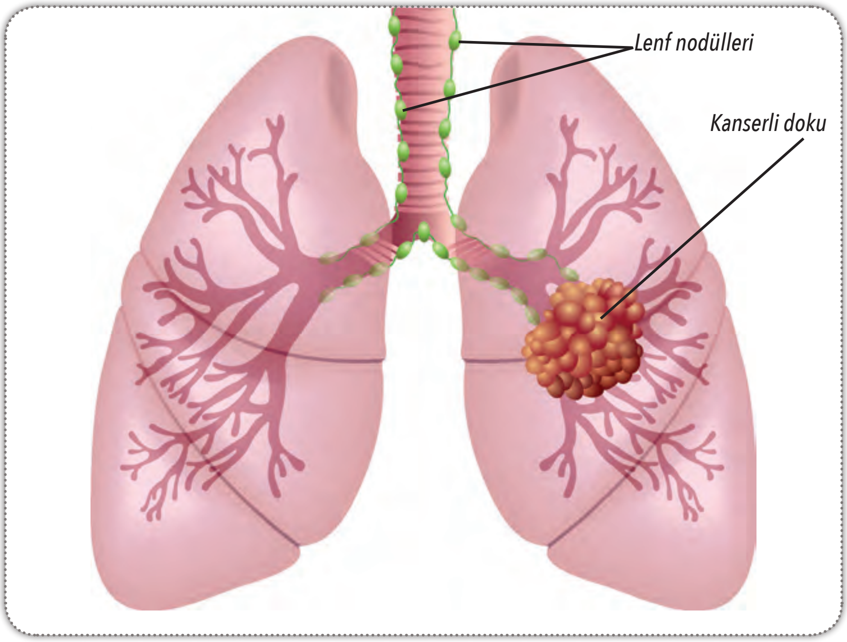
- *İnsanlar yüzyıllardır yaşlanmayı durdurmak veya geciktirmek için çabalamaktadır. Hücreler yaşlandığında insan da yaşlanmaktadır. Hücre yaşlanmasının nedenleri nelerdir?*
- *Programlı hücre ölümü denilen "apoptozis" nedir? Araştırarak sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.*

Hücre Bölünmesinin Kanserle İlişkisi

Genetik yapısı bozulmuş hücreler, vücudun savunma sistemi tarafından tanınarak ortadan kaldırılır. Fakat bu hücrelerden bazıları savunma hücrelerinden kurtulur. Kontrolsüz biçimde bölünen bu hücrelerin sayıları gittikçe artar ve **tümör** adı verilen hücre kitlesi oluşur. Hücre kitlesi hızlı büyüme ve yayılma özellliği göstermiyorsa bu tip tümörlere **iyi huylu tümör** denir. İyi huylu tümörler genellikle soruna neden olmaz ve cerrahi müdahale yoluyla çıkarılır. Tümör oluşturan hücre kitlesi bir veya daha fazla organın işlevini bozacak şekilde yayılabilir. Bu şekildeki tümörlere **kötü huylu tümör** veya **kanser** denir.

Kanser, insan vücudunun çoğu organını veya dokusunu etkileyebilen bir hastalıktır. Kanser, hücre döngüsünü düzenleyen mekanizmalardaki kusurlardan kaynaklandığı için özellikle moleküler ve hücresel düzeyde değerlendirilmesi gereken bir hastalıktır. Kanser araştırmaları sayesinde hücrenin normal davranışlarını düzenleyen mekanizmalar aydınlatılmıştır. Hücredeki sinyal iletim mekanizmaları, hücre döngüsünün ve programlı hücre ölümlerinin (apoptozis) düzenlenmesi gibi işlemlerde anahtar görev üstlenen proteinlerin birçoğu, ilk kez hücrenin kontrolsüz çoğalmasına yol açan anormal aktiviteler sayesinde tanımlanabilmiştir.

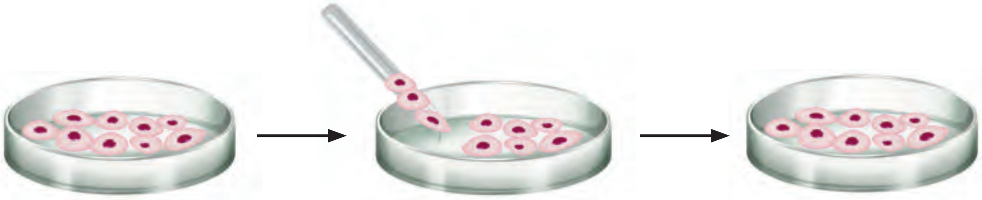
Çok hücreli organizmalarda her hücrenin çoğalması, farklılaşması ve canlılığını devam ettirmesi organizmanın genel ihtiyaçları doğrultusunda belirlenir. Kanserin gelişmesine neden olan temel değişiklik, genetik yapısı bozulmuş hücrelerin sürekli ve kontrolsüz çoğalmasıdır. Sigara ve alkol kullanımı, UV ve iyonize radyasyona maruz kalma, düzensiz beslenme ve genetik yatkınlık gibi faktörler hücre bölünmesini denetleyen mekanizmaların ortadan kalkmasına neden olmaktadır. Bunun sonucunda da kanser ortaya çıkmaktadır (Görsel 1.18).



Görsel 1.18: Akciğerde gelişen tümör

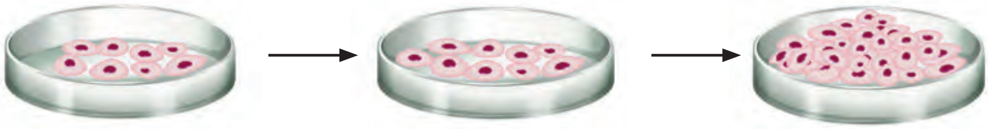
Kanser hücresinin kan ve lenf yoluyla diğer doku ve organlara yayılması olayı **metastaz** olarak adlandırılır. Kanser hastalığının oluşumunu, nedenlerini, kalıtımla ilişkisini, tanısını, tedavisini ve kanserden korunma yollarını araştıran bilim dalı **onkoloji**dir. Kanser tedavisinde genel olarak **radyoterapi** ve **kemoterapi** uygulamalarından yararlanılır. Özellikle erken teşhis tedavinin başarılı olmasında etkilidir. Ülkemizde Kanser Erken Teşhis Tarama ve Eğitim Merkezi (KETEM), “Erken teşhis hayat kurtarır.” ilkesinden yola çıkarak halk sağlığı programlarını yürütmektedir.

Kanser hücrelerinin nasıl çoğaldığını görmek, kanserin çeşidini belirlemek ve kansere karşı ilaç geliştirmek gibi amaçlarla hücre kültürü çalışmaları yapılır. Kanser hücreleri uygun besi yeri ve laboratuvar ortamında hazırlanır. Daha sonra farklı kaplardaki besi yerlerine hem kanser hücresi hem de normal hücrelerin ekimleri yapılarak bölünmeleri gözlemlenir. Normal hücreler, kültür kabının iç yüzeyinde tek sıralı bir hücre tabakası oluşturuncaya kadar bölünür ve bu hücrelerde mitoz durur. Kültür kabının iç yüzeyinden bazı hücreler kazınarak uzaklaştırıldığında geriye kalan hücrelerin boşluğu doldurana kadar tekrar bölünmeye başladığı ve birbirlerine temas ettiği anda bölünmeyi durdurduğu görülür (Görsel 1.19). Aynı şekilde kanser hücreleri izlendiğinde bu hücrelerin normal hücrelerden daha hızlı bölündükleri görülür. Kanser hücreleri, kültür kabının iç yüzeyinde genellikle tek sıralı bir hücre tabakası oluşturmak yerine üst üste yığılarak kümelenme yapar (Görsel 1.20).



Görsel 1.19: Normal hücrelerin kültür ortamında üremesi

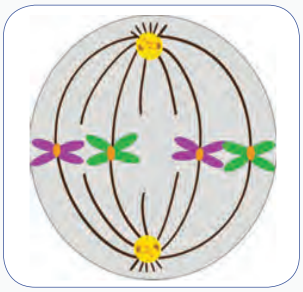
Hücre Döngüleri



Görsel 1.20: Kanser hücrelerinin kültür ortamında üremesi

Hücre Bölünmesi Soruları

Örnek



Mitoza ait bir evrenin şekli yanda verilmiştir. **Bu evre ve bölünmeyi gerçekleştiren hücre ile ilgili olarak aşağıda verilen açıklamalardan hangisi yanlıştır?**

A) Kromozomların mikroskopta en net gözlendiği evrededir.
B) Dört kromozomlu diploit bir hücreye aittir.
C) Sitoplazma bölünmesi orta lamel oluşumu sayesinde gerçekleşir.
D) İğ iplikleri sentrozom organeli tarafından oluşturulur.
E) Bölünme tamamlandığında genetik yapısı birbirinin aynı olan iki hücre oluşur.

Çözüm

Cevap C seçeneğidir. Hayvan hücrelerinde sitoplazma boğumlanarak bölündüğünden orta lamel oluşumu görülmez.

Sıra Sizde

Nobel ödüllü bilim insanı Aziz SANCAR yaptığı araştırmada kansere sebep olan tütün ürünlerinin DNA'ya verdiği hasarın haritasını çıkarmıştır. DNA hasarının belirlenmesi için farklı bir yöntem geliştirmiştir. Bu yöntemi araştırarak sınıf ortamında arkadaşlarınızla tartışınız.

Okuma Metni

AÇLIK HORMONU BEYİN HÜCRELERİNİN YENİLENMESİNİ TETİKLİYOR

Yeni bir araştırmada iştahı tetikleyen bir hormon olan ghrelinin (gırelin) yeni beyin hücrelerinin oluşumunu desteklediği ve onları yaşlanmanın etkilerinden koruduğu yönünde kanıtlar elde edilmiş. Açlık hormonu olarak da bilinen ghrelinini mide, boş olduğunda üretiyor. Birkaç saatliğine bir şeyler yemeyecek olsak ghrelinin kanımızdaki değeri yükseliyor. Ghrelinin algıyı kuvvetlendirdiği yönünde de kanıtlar var. Düşük kalorili diyetlerle beslenen hayvanların zihinsel becerilerinde artış görülmüş ve ghrelinin bunda etkili olabileceği düşünülmüş. Doğrudan hormon enjekte edilen farelerin öğrenme ve hafıza testlerindeki performansları artmış. Bulgular, ghrelinin beyindeki sinir bağlantılarını artırdığını düşündürmüş.

Yapılan yeni bir araştırmada, Birleşik Krallık'taki Swansea (Sıvanzi) Üniversitesinden Jeffrey Davies (Cefri Deyvis) ve ekibi, ghrelinin beyin hücrelerini bölünüp çoğalmaya yani nörojenez adı verilen sürece teşvik ettiğine yönelik doğrudan kanıtlar elde etmiş.

Araştırmacılar, hormonu bir deney kabında büyütülmüş fare beyni hücrelerine eklediğinde fibroblast büyüme faktörü adı verilen ve nörojenezi (sinir sisteminin gelişmesi) tetiklediği bilinen bir gen etkinleşmiş. Eğer aynı etki hayvanların vücudunda da gerçekleşirse ghrelinin hafıza üzerindeki etkilerini bu şekilde gösterdiği anlaşılmış olur. Araştırmanın, hastalıkların (örneğin bir tür beyin hücresinin kaybından kaynaklanan Parkinson hastalığı) tedavisine yönelik çalışmalarda başarılı olması umuluyor. Davies ve ekibine ait olan, daha önce yapılmış birtakım araştırmalar, ghrelinin hayvanları Parkinson hastalığının belli bir biçimine yakalanmaktan koruduğunu göstermiş. Davies ve ekibi yeni araştırmada, deney kabındaki beyin hücreleri Parkinson hastalığını taklit edecek biçimde yönlendirildiğinde ghrelinin hücrelerin ölmesini engellediğini de keşfetmiş. Davies'in çalışma arkadaşı Amanda Hornsby (Amenda Hornsbi) ise Parkinson'a bağlı demans (bunama) yaşayan yirmi sekiz deneğin kanlarındaki ghrelin seviyesinin sağlıklı bireylere göre düşük olduğunu göstermiş.

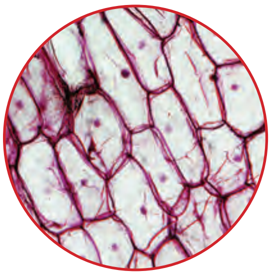
Tübitak Bilim ve Teknik Dergisi, Yıl 2017, Sayı: 595
(Düzenlenmiştir.)

1. DENEY

Deneyin Adı: Soğan kök ucu hücrelerinde mitoz
Amaç: Mitozun evrelerini gözlemlemek
Süre: 40 dakika
Araç gereç: Birkaç kuru soğan, asetokarmin çözeltisi (Karmin bulunmazsa bunun yerine metilen mavisi-asetik asit kullanılabilir.), porselen kap, deney tüpü, beherglas, tahta maşa, pens, bisturi, ispirto ocağı, mikroskop, lam, lamel
Not: Asetokarmin çözeltisinin deney uygulamasından önce hazırlanması gerekir.
(Asetokarmin çözeltisinin hazırlanışı: 55 mL saf su, 45 mL asetik asit ve 0,5 gram asetokarmin, çok az miktarda demir tozu deney tüpünün içine konularak 5 dakika kaynatılır. Bu karışım soğuduktan sonra süzülerek koyu renkli cam şişede saklanır.)

Uygulama

- Kuru soğanları 3-4 gün önceden su dolu behere yerleştirerek ılık ve loş bir yerde köklenmeye bırakınız.
- Köklenen soğanların uygun uzunluktaki köklerini (0.5-2 cm) pens yardımıyla koparınız.
- Koparılan kökleri beherglasın içine koyarak üzerine 4-5 mL asetokarmin çözeltisi ilave ediniz.
- İçinde çözelti ve soğan kökleri bulunan bu beheri tahta maşa ile tutarak ispirto ocağı üzerinde kaynatmadan ısıtınız.
- Isınınca pens yardımıyla beherin içindeki köklerden alınız.
- Alınan bu kökleri 1-2 mm'lik kısmı kalacak şekilde bisturi yardımıyla kesiniz.
- Kesilen kök ucunu lam üzerine alarak bir damla su damlatınız ve lamelle kapatınız. Lamelin üzerine hafifçe baskı yaparak ve lameli kaydırmadan kökü eziniz.
- Hazırlamış olduğunuz preparatı önce küçük objektifle (10X) inceleyiniz (Görsel 1.21).
- Bölünmekte olan hücrelerin en çok görüldüğü bölgeleri büyük objektifle (40X) inceleyiniz.



Görsel 1.21: Soğan zarı (10X)

Sonuçlandırma

1. Kökten aldığınız hücrelerin çekirdeklerinin büyüklükleri arasında fark var mıdır?
2. Mikroskobun büyük objektifinde gördüğünüz mitozun evrelerini, aşağıda verilen dairelerin içine çiziniz.

1. Profaz *2. Metafaz*

3. Anafaz *4. Telofaz*

Deneyin Yapılışı

Sıra Sizde

- *Bitki polenlerinin sitoplazmasında iki tane çekirdek bulunur. Bunun sebebini araştırıp sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.*

1.1.3. Eşeysiz Üreme

Ana canlıdan döllenme olmaksızın yeni bireylerin oluşmasına **eşeysiz üreme** denir.

Eşeysiz Üreme Çeşitleri: Eşeysiz üreyen canlılarda vücut yapılarına uygun farklı üreme şekilleri vardır.

Bunlar;

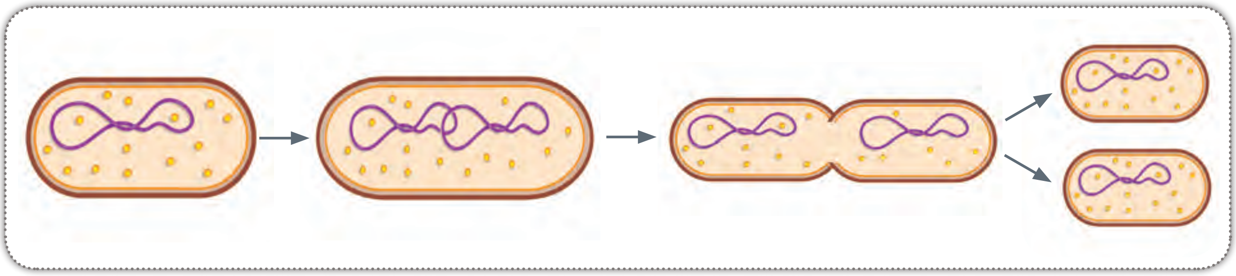
- Bölünerek üreme,
- Tomurcuklanma,
- Sporla üreme,
- Rejenerasyon,
- Partenogenez,
- Vejetatif üreme

olarak gruplandırılabilir.

Bölünerek Üreme: Tek hücreli canlılarda görülen eşeysiz üreme çeşididir. Prokaryot hücre yapısına sahip bakteriler ve arkeler; ökaryot hücre yapısına sahip amip, paramesyum ve öglena ikiye bölünerek çoğalır.

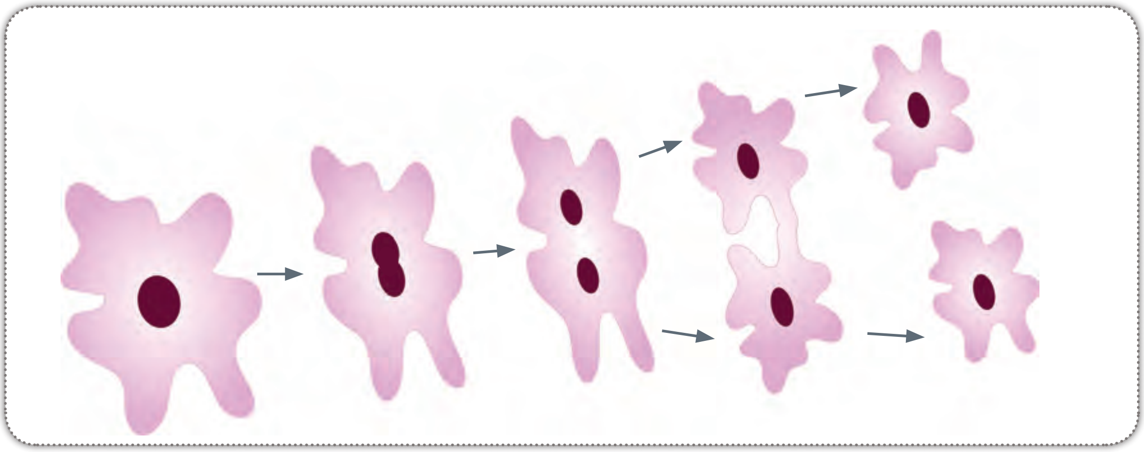
Bakteriler sıcaklık ve besin yönünden uygun koşullarda bölünerek hızlı bir şekilde çoğalır. Bakterilerde DNA'nın eşlenerek hücrenin zıt kutuplarına gitmesi ve sitoplazmanın bölünmesi, ökaryot hücrelerde gerçekleşen mitoz aşamalarından farklıdır.

Öncelikle bakteri DNA'sı eşlenir. Eşlenme devam ederken bakterinin boyu da uzar. Eşlenme tamamlandığında DNA'lar birbirinden ayrılır. Hücre zarı içeri doğru uzar ve yeni hücre duvarı oluşur. Bölünme tamamlandığında aynı genetik yapıya sahip iki yeni bakteri meydana gelir (Görsel 1.22). İnsan bağırsağında yaşayabilen *Escherichia coli* (Eşerişya koli) bakterisi uygun koşullarda 20 dakikada bir bölünerek çoğalır.



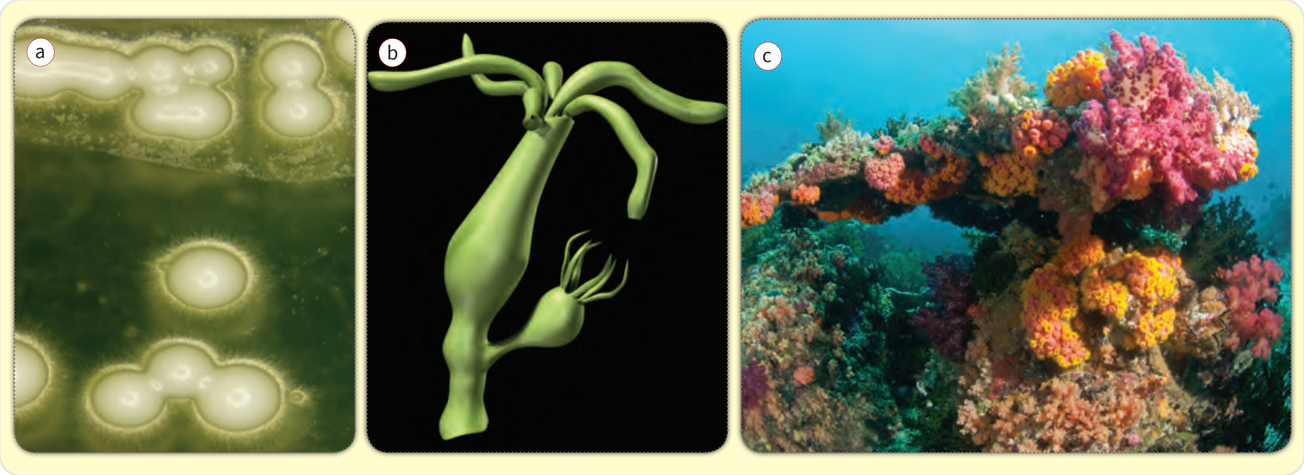
Görsel 1.22: Bakterinin bölünerek üremesi

Ökaryot tek hücrelilerde bölünmenin yönü hücre simetrisine göre belirlenir. Örneğin bölünme amipte herhangi bir yönde, paramesyumda enine, öglenada boyuna gerçekleşir (Görsel 1.23).



Görsel 1.23: Amipte bölünerek üreme

Tomurcuklanma: Bira mayası gibi bazı tek hücreli canlılarda; sünger, hidra ve mercan gibi omurgasız hayvanlarda, çiçeksiz bitkilerden ciğerotlarında gerçekleşir. Bira mayası mantarında ata bireyden dışa doğru bir çıkıntı oluşur. Bu çıkıntı gelişerek yeni bireyi meydana getirir. Oluşan bireyler ata bireyden ayrılıp tek başına yaşayabilir veya ata bireyle birlikte kalıp koloni de oluşturabilir (Görsel 1.24 a). Hidranın vücudundan küçük bir çıkıntı hâlinde yeni bir hidra oluşur (Görsel 1.24 b). Taş mercanlarında oluşan tomurcuklar ata bireye bağlı olarak kalır. Sonuçta birbirine bağlı binlerce bireyden oluşan bir metreden daha geniş bir koloni ortaya çıkar (Görsel 1.24 c).



Görsel 1.24: Bira mayası mantarında (mikroskop görüntüsü 10x) (a), hidrada (mikroskop görüntüsü 10x) (b) ve mercanda (c) tomurcuklanma

Sporla Üreme: Bazı mantar ve alglerde; eğrelti otu, kara yosunu gibi çiçeksiz bitkilerde ve sıtma hastalığına yol açan *Plasmodium malaria* (Plazmodyum malarya) gibi bir hücreli canlılarda gözlenir. **Spor**, mayoz sonucu oluşan n kromozomlu bir üreme hücresidir. Sporlar, döllenmeden uygun ortamda gelişmeye başlayarak yeni birey oluşturur. Sporlar olumsuz çevre koşullarına dayanıklıdır. Eğrelti otunun spor keselerinden etrafa yayılan sporlar, gelişerek yeni canlıyı meydana getirir (Görsel 1.25).

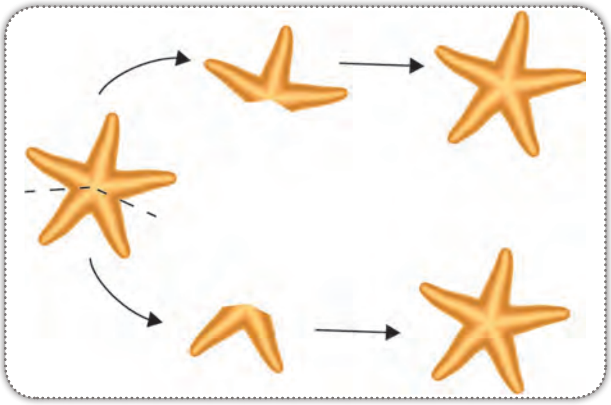
Puf mantarı gibi bazı mantar çeşitleri sporu mitoz ile oluşturur. Bu sporlar rüzgârla çevreye yayılır, yeni mantarları oluşturur (Görsel 1.26).

Görsel 1.25: Eğrelti otunda spor keseleri

Görsel 1.26: Puf mantarının sporlarını yayması

Rejenerasyonla üreme : Çok hücreli canlılarda yıpranan, zarar gören ya da ölen hücrelerin yerine yenilerinin üretilmesidir. Bu sayede canlı; hücre kaybı yaşadığı doku ve organlarını onarabilir, yenileyebilir. Ancak canlıların gelişmişlik düzeyi arttıkça rejenerasyon yetenekleri azalır. Rejenerasyon; doku, organ ve vücut düzeyinde gerçekleşebilir. Rejenerasyon eşeysiz üreme şeklidir.

Omurgasız hayvanlardan yassı solucan örneği olan Planarya'nın kopan bir parçasından yeni bir Planarya oluşabilir. Bu şekilde Planarya eşeysiz yolla üremiş olur. Omurgasızların derisi dikenliler grubundan olan denizyıldızlarında beş tane kol ve kolların birleştiği merkezî disk vardır. Merkezî disklerin beşte birine sahip olan denizyıldızları kopan kollarını tamamlayabilir. Ayrıca kopan her koldan da yeni bir denizyıldızı oluşur. Bu şekilde denizyıldızı eşeysiz olarak üremiş olur (Görsel 1.27).



Görsel 1.27: Denizyıldızının rejenerasyonla üremesi

Bunun dışında omurgasızlardan toprak solucanının bağırsaktan sonraki kısmı kesildiğinde başın bulunduğu parça kendini tamamlayabilir (Görsel 1.28).

Rejenerasyon, omurgalı hayvanlarda doku ve organ düzeyinde gerçekleşir. Örneğin kertenkele kopan kuyruğunun yerine yenisini yapar fakat kopan kuyruktan yeni bir kertenkele oluşmaz (Görsel 1.29). Bu durum rejenerasyonun eşeysiz üreme değil yenilenme veya eksilen kısımların tamamlanması anlamına gelir.

Görsel 1.28: Rejenerasyonla üremiş toprak solucanı

Görsel 1.29: Kuyruğu kopmuş kertenkele

İnsanda vücut fonksiyonelliğini ve bütünlüğünü sağlamak amacıyla diğer organizmalara kıyasla daha az oranda hücre ve doku düzeyinde rejenerasyon vardır. Bazı hücreler yenilenir, bazıları belirli aralıklarla yıkılıp tekrar oluşturulur. Karaciğerin bir kısmı alındığında karaciğer eksilen bu kısımdaki tüm dokularını yeniden oluşturabilir. İnce bağırsaklar sahip olduğu epitel dokuyu kısa sürede yenileyebilir. Taşıma sıvısı olan kanın, kırılan kemiklerin ve her ay kadınlarda endometriyum (rahimin iç katmanı) dokusunun yenilenmesi insanda rejenerasyona örnek olarak verilebilir.

Okuma Metni

REJENERASYON ŞAMPİYONU AKSOLOTLLAR

Görsel 1.30: Aksolotl

Aksolotllar; Meksika'daki soğuk göllerde yaşayan, kaplan semenderi grubuna ait, başkalaşım geçirmeyen etçil canlılardır (Görsel 1.30). Aksolotllar anatomik olarak semenderlere benzemenin yanı sıra kafalarının yanında solungaçlarının olmasıyla semenderlerden ayrılır.

Aksolotlların en dikkate değer özelliklerinden biri oldukça gelişmiş rejenerasyon kabiliyetleridir. Aksolotllar, kertenkele ve denizyıldızı gibi canlılardan çok daha fazla rejenerasyon kabiliyetine sahiptir. Öyle ki tüm organlarını, tüm vücudunu hatta insanların yenileyemediği beyin hücrelerini bile yenileyebilen canlılardır. Bu sebeple rejeneratif biyoloji çalışmalarında çok önemli bir yere sahiptir. Aksolotlların rejenere olan organlarına örnek olarak gözleri ve kuyrukları verilebilir.

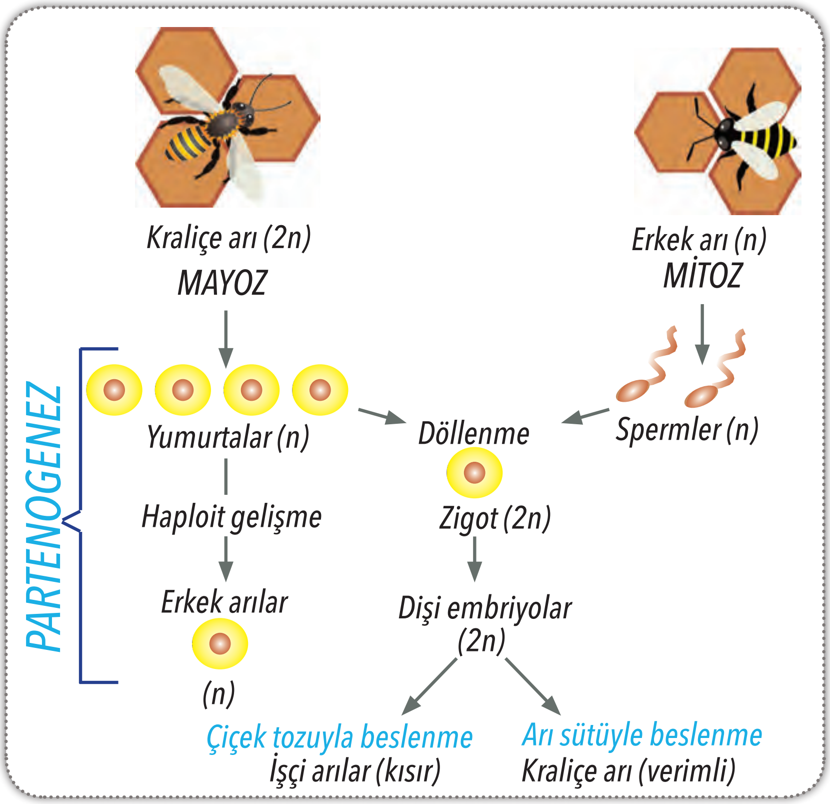
Rejeneratif biyoloji yeni bilimsel çalışmaların ve gelişmelerin ışığında, canlıların; rejenerasyon mekanizmasını moleküler, hücresel, doku ve organ düzeyinde inceleyen bir bilim dalı olarak ortaya çıkmıştır. Rejeneratif biyoloji alanındaki çalışmaların sonucunda elde edilen sistematik bilgilerin pratiğe geçirilmesiyle hastaların zarar görmüş veya görevini yapamayan organlarının ve dokularının tedavisine yeni bir çözüm arayışından hareketle rejeneratif tıp geliştirilmiştir. Rejeneratif tıp, doku yenilenmesinde rol alan mekanizmaların rejeneratif yeteneğinden yoksun yapılara aktarılarak rejenerasyon yeteneğinin kazandırılmasını amaçlar. Ayrıca hızla yaşlanan insan popülasyonunda artan organ nakli ihtiyacı, rejeneratif tıp alanındaki çalışmaların hızlanmasına ve gelişmesine ortam hazırlamıştır. Bu çalışmalara ilham kaynağı olan bazı organizmalar ve onlarda gözlemlenen rejenerasyon yeteneklerine birçok örnek bulunmaktadır. Rejeneratif biyoloji ve tıp tüm dünyada son zamanlarda ivme kazanan bir alandır.

Bu konuda Türkiye'de birçok yatırım yapılmasına ve bilim insanının yetiştirilmesine ihtiyaç vardır. Bu alanda değişik üniversite ve hastanelerde rejeneratif tıp ve kök hücre merkezleri, rejeneratif biyoloji araştırma laboratuvarları, kök hücre merkezleri kurulmuş ve kurulmaya devam etmektedir.

regbio.yeditepe.edu.tr/uploads/6/5/1/4/6514592/rejbioacikbilim.pdf
(Düzenlenmiştir.)

Partenogenez: Eşeysiz üreme çeşididir. Bu üreme; omurgasızlardan bal arılarında, eşek arılarında, karıncalarda, kelebeklerde ve yaprak bitlerinde görülür. Omurgalılardan Komodo ejderinde ve çekiç başlı köpek balığında partenogenez görülür.

Bal arılarında kraliçe arının yumurtalarından bir kısmının döllenmeden gelişmesiyle haploit kromozomlu erkek arılar meydana gelir. Bal arılarında kraliçe arı (2n) yumurta hücrelerini mayozla oluşturur. Erkek arı (n), mitozla sperm sayısını artırır. Yumurtaların bazıları, erkek arıların oluşturduğu sperm hücreleriyle döllenerek dişi embriyo (2n) oluşturur. Döllenmiş yumurtalardan çiçek tozuyla beslenenler, işçi arıları; arı sütüyle beslenenler, kraliçe arıyı oluşturur (Görsel 1.31).


Kraliçe arı (2n)
MAYOZ
Erkek arı (n)
MİTOZ
PARTENOGENEZ
Yumurtalar (n)
Döllenme
Spermler (n)
Haploit gelişme
Zigot (2n)
Erkek arılar
(n)
Dişi embriyolar
(2n)
Çiçek tozuyla beslenme
İşçi arılar (kısır)
Arı sütüyle beslenme
Kraliçe arı (verimli)

Görsel 1.31: Bal arılarında üreme

Örnek

Bal arılarının üremesi sırasında gerçekleşen;

I. Arı sütü ile beslenen zigottan kraliçe arı oluşumu
II. Döllenmemiş yumurtanın gelişerek erkek arıyı oluşturması
III. Sperm ve yumurtanın döllenerek zigotu oluşturması
IV. Kraliçe arının mayozla yumurta oluşturması,

olaylarından hangileri genetik çeşitliliğe yol açar?

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) Yalnız III
D) II ve IV
E) III ve IV

Çözüm

Cevap E seçeneğidir. Bal arılarında yumurta oluşumu ve döllenmeyle genetik çeşitlilik sağlanır.

Örnek

Aşağıda rejenerasyon ve partenogenez üreme ile ilgili verilen

I. Döllenme sonucu zigot oluşumu
II. Mitoz
III. Mayoz
IV. Protein sentezi

ifadelerinden hangileri ortaktır?

A) I ve II
B) I ve III
C) II ve III
D) II ve IV
E) I , II ve IV

Partenogenez

Çözüm

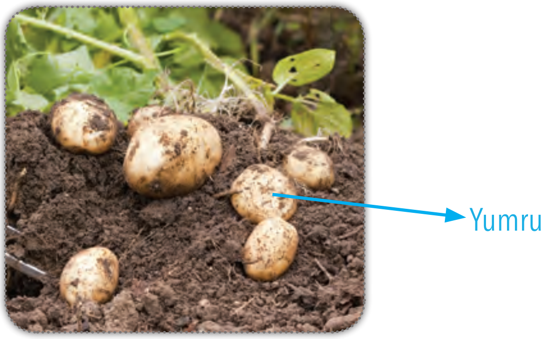
Cevap D seçeneğidir. Rejenerasyon ve partenogenez üremede mitoz ve protein sentezi ortaktır.

Vejetatif Üreme: Bitkilerde görülen eşeysiz üreme çeşididir. Mitoz ve yenilenme esasına dayanan bu üreme şeklinde bitkinin bir parçası veya özelleşmiş bir bölümünün ayrılarak yeni bir bitkiyi oluşturması söz konusudur. Vejetatif üremeyle gelişen yeni bitkiler, ana bitkiyle ve birbirleriyle kalıtsal olarak aynıdır.

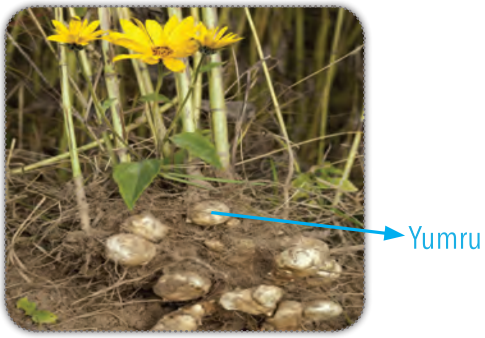
Bitkilerde; aşılama, özelleşmiş gövde ve köklerle üretim, çelikle, ayırma, daldırma ve doku kültürü ile üretim gibi vejetatif üreme yöntemleri bulunur.

Özelleşmiş gövde ve köklerle üretimde bitkiler; yumrular, rizomlar, sürünücü gövdeler (stolon) ve soğan gibi vejetatif organlarla çoğaltılır. Bunlara sahip olan bitkilerin toprak üstü organları (sürgünleri) büyüme mevsimi sonunda ölür. Toprak altı organları ise canlılığını sürdürür ve sonraki büyüme mevsiminde yeni bitkiler oluşturur.

Yumru ile üremede Bazı bitkilerde yumru adı verilen toprak altı gövdesi bulunur. Göz adı verilen yapıları bulunduran yumrular toprağa ekilerek yeni bir bitki geliştirilir. Yumru, parçalara ayrılarak ekildiğinde her bir parça gelişerek yeni bir birey oluşturur. Patates ve yer elması bu şekilde ürer (Görsel 1.32 ve 1.33).

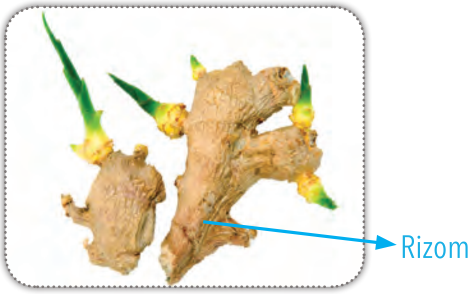


Görsel 1.32: Patateste yumru

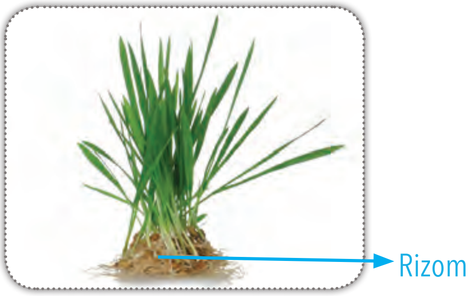


Görsel 1.33: Yer elmasında yumru

Rizomla üremede bitkinin ana ekseni olan rizom toprak altı gövdesidir. Toprağın alt yüzeyinden büyüyerek üst yüzeye doğru yaprak ve çiçek sürgünleri oluşturur. Rizom uzun ve silindir şeklinde şişkin bir yapıdır. Üzerinde boğumlar ve ek kökler bulunur. Zencefil, ayrık otu ve zerdeçal rizomla üreyen bitkilerdir (Görsel 1.34 ve 1.35).

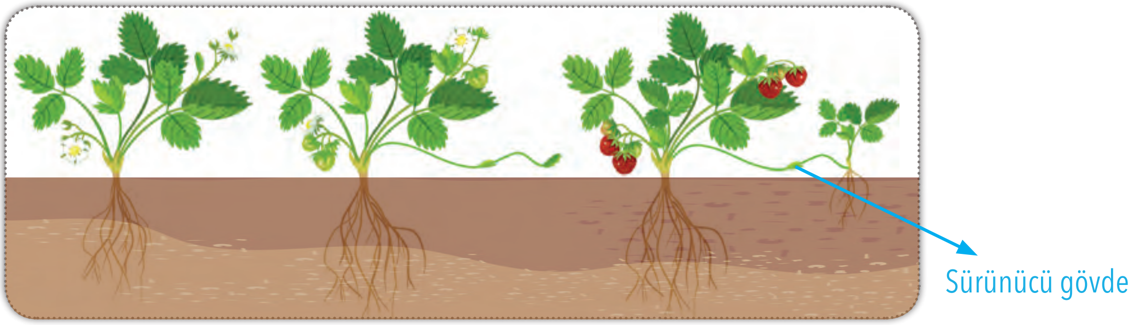


Görsel 1.34: Zencefilde rizom



Görsel 1.35: Ayrık otunda rizom

Sürünücü gövde ile üreyen bitkilerde ana bitkiden uzanan sürünücü gövde (stolon), toprak üzerinde belli aralıklarla kök salar ve buradan yaprak oluşturarak yeni bitkiyi meydana getirir. Örneğin çilek bu şekilde üreyen bir bitkidir (Görsel 1.36).



Görsel 1.36: Çilek bitkisinin sürünücü gövde ile üremesi

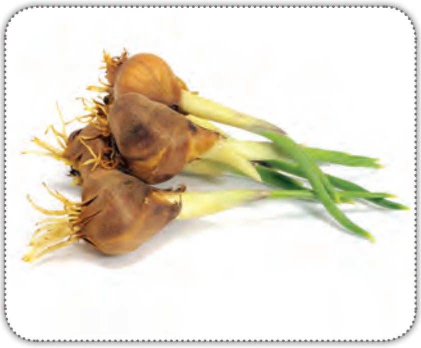
Sıra Sizde

Çilek bitkisi, gövde ucundan minik uzantılar çıkarır. Dalların ucundaki bu uzantılar toprağa değdiği zaman kök salarak sürünücü gövde ile ürer. Çilek bitkisi sürünücü gövde dışında tohumla da üreyebilir mi? Tohumla ürerse oluşan yeni bitkilerin genetik yapısı ana bitki ile aynı mıdır? Araştırarak sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

Soğanla bitki üretiminde toprak altı organı olan soğan üremede görev alır. Soğan; kısa, şişkin, toprak altında dikey duran bir yapıdır ve bir büyüme konisi bulundurur. Kalın, şişkin, pullarla kaplanmış gövde ekseninden oluşur. Dikilen bitki soğanları ilkbaharda çiçek açar. Olgunlaşma dönemi sonunda oluşan çok sayıda yavru soğan toplanır. Bu soğanlar ertesi yıl tekrar dikilerek çiçek üretmek amacıyla kullanılır. Bu şekilde kültür arazilerinde, bahçecilik ve süs bitkilerinin üretiminin yapıldığı alanlarda, çiçek ve çiçek soğanları üretilir. Şehir meydanlarının, parkların, yol kenarlarının süslenmesinde soğanlı çiçekler fazlaca kullanılır. Ülkemizde soğanlı çiçeklerin üretimi, doğada nesli tükenen türlerin korunması ve çoğaltılması amacıyla da yapılır. Daha çok lale, nergis, glayöl, zambak, sümbül ve orkide gibi bitkiler üretilir (Görsel 1.37, 1.38 ve 1.39).

Görsel 1.37: Manisa lalesi

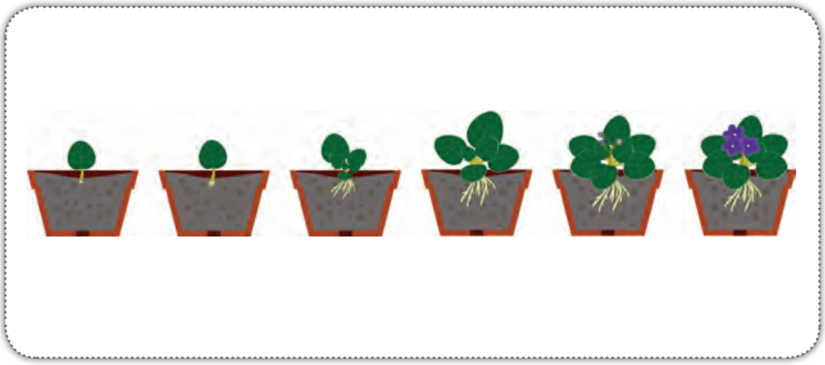
Görsel 1.38: Nergis



Görsel 1.39: Zambak soğanı

Çelikle bitki üretiminde kök, gövde veya yapraktan alınan bitki parçası suda ya da toprakta köklendirilir. Daha sonra toprağa dikim yapılır ve yeni bitkiler elde edilmiş olur. Söğüt, kavak, asma, gül, incir, ayva, erik, Afrika menekşesi, paşa kılıcı, sardunya, kivi ve zeytin bu şekilde üretilir (Görsel 1.40 ve 1.41).

Soğanla ve çelikle bitki üretimi, bahçecilik ve tarım sektörlerinde oldukça fazla kullanılan yöntemlerdendir. Bu yöntemlerle daha çok gıda ve süs bitkisi üretilir.



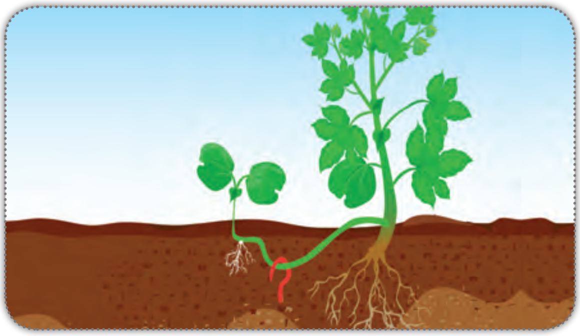
Görsel 1.40: Menekşenin çelikle üremesi

Görsel 1.41: Gülün çelikle üremesi

Ayırma yöntemi ile üretimde bitki, köküyle birlikte topraktan çıkarılır. Oluşan yeni sürgünler ana bitkiden kökleriyle birlikte ayrılarak toprağa ekilir. Bu yöntem genellikle süs bitkilerinde kullanılır. Kaktüs, açelya ve kamelya bu yönteme örnektir (Görsel 1.42).

Görsel 1.42: Kaktüsün ayırma ile üremesi

Daldırma yönteminde ana bitkinin genç bir dalı kendisinden ayrılmadan toprağa gömülerek köklendirilir. Daha sonra köklenen genç dal ana bitkiden ayrılarak yeni bir birey elde edilir. Portakal, mandalina ve fındık gibi bitkilerde bu yöntem uygulanır (Görsel 1.43).



Görsel 1.43: Daldırma yöntemi

Bunları Biliyor musunuz?

Orkideler salep için katlediliyor...

Orkide bitkisi, dondurma ve salep üretiminde kullanılır. Orkidenin toprak altında iki adet soğanı bulunur. Biri o yılın orkidesine, diğeri sonraki yılın orkidesine ait soğanlardır. Orkide soğanı toplanırken her iki soğan da alınırsa bitki yok olur. Bu nedenle soğanının bir tanesi taprak altında kalmalıdır. Bu bitkinin bilinçsizce doğadan sökülmesi, neslinin tükenme tehlikesini doğurmuştur.

Aşılama ile vejetatif üremede çoğaltılmak istenen bitkiden alınan parça (aşı), aynı türden ya da yakın akraba türden başka bir bitkinin (anacın) üzerine eklenir. Bu olaya **aşılama** denir. Aşılamada anacın gelişmiş kökünden faydalanılırken aşının da iyi ürün verme özelliğinden yararlanılır. Bu şekilde genetik yapısı birbirinden farklı iki bitki, tek bir bitki üzerinde birleştirilebilir. Bağlarda ve meyve fidanı üretiminde uygulanır. Örneğin elma, armut, vişne, erik ve dut gibi ağaçlarda aşılama yöntemi sıklıkla kullanılır (Görsel 1.44 ve 1.45).

Görsel 1.44: Erik ağacında aşılama

Görsel 1.45: Dut ağacında aşılama

Örnek

Bitkilerde vejetatif üreme bir eşeysiz üreme şeklidir. **Vejetatif üreme ile ilgili aşağıda verilenlerden hangisi yanlıştır?**

A) Bazı bitkilerde toprak üstü yapılarında gelişme gözlenir.
B) Bazı bitkilerin göz adı verilen kısımlarından yeni bitki gelişir.
C) Ana bitki ile aynı kalıtsal özelliklere sahip bitkiler üretilir.
D) Yalnızca bitkilerde gerçekleşir.
E) Bitkilerin herhangi bir dokusundan yeni bitki elde edilebilir.

Çözüm

Cevap E seçeneğidir. Bitkilerin cansız hücrelerden oluşan dokularından yeni bir bitki elde edilemez.

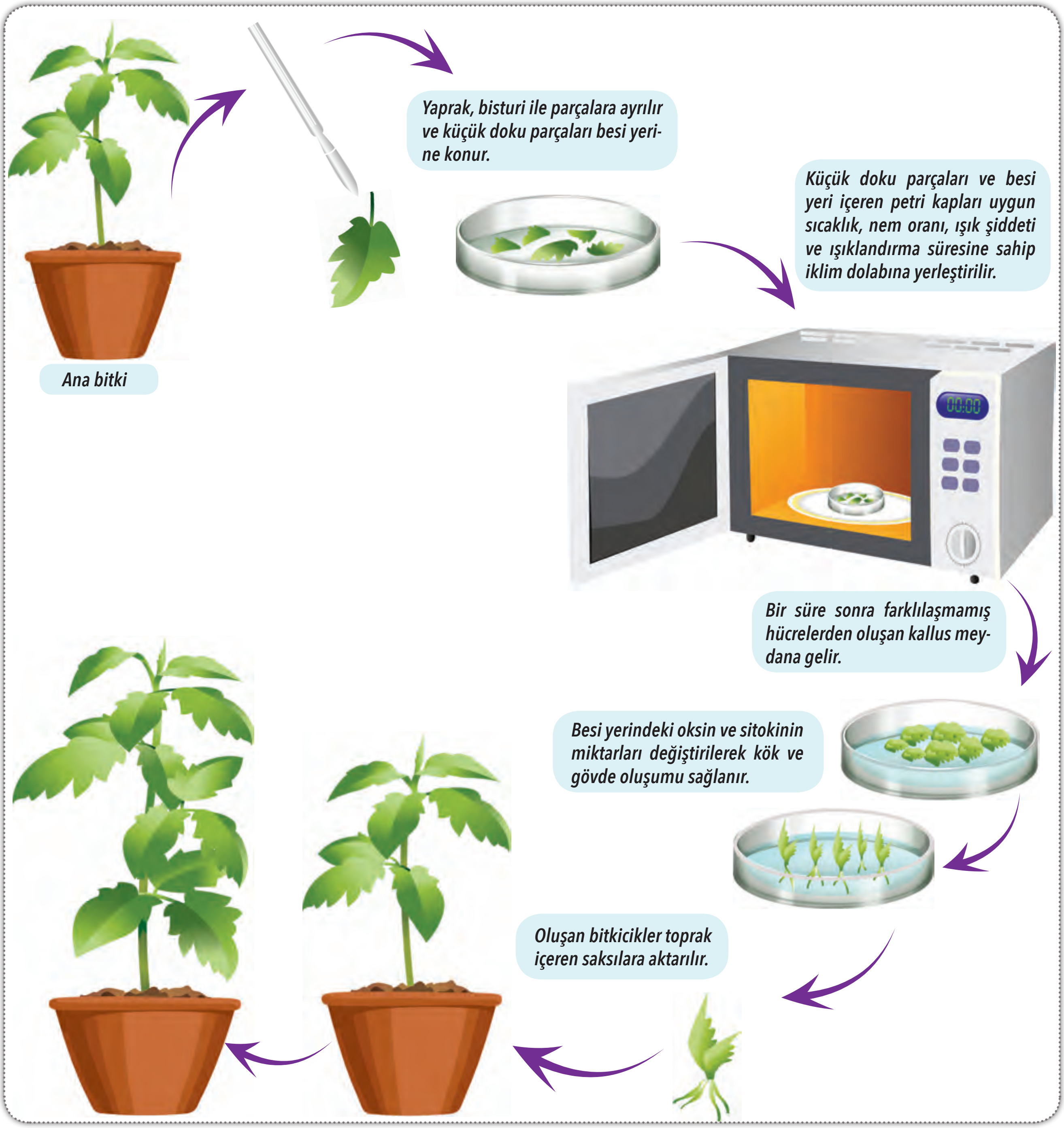
Sıra Sizde

- *Ülkemizde üretimi ekonomik açıdan önemli olan karpuz bitkisi, kabak bitkisine aşılanarak yetiştirilebilmektedir. Bu şekilde karpuz yetiştirme yönteminin tarımsal ve ekonomik açıdan olumlu ve olumsuz yönleri nelerdir?*
- *Siz de eşeysiz üreme gerçekleştiren canlı türlerine örnekler vererek arkadaşlarınızla sınıf ortamında paylaşınız.*

Bitki Doku Kültürü

Bu teknik, bitkinin organlarından alınan birkaç milimetrelik doku parçasından ya da uygun bir bitki hücresinden yeni bir bitkinin elde edilmesini sağlar. Bir bisturi ve pens yardımıyla bitkiden alınan doku parçası; gerekli bitkisel hormonları (oksin ve sitokinin), vitaminleri ve inorganik maddeleri içeren besi yerine konur. Uygun sıcaklık, nem oranı, ışıklandırma süresi ve ışık yoğunluğuna sahip iklim dolabına yerleştirilen eksplantların hücreleri bölünerek farklılaşmamış bir hücre topluluğu (kallus) oluşturur. Besi yerindeki oksin hormonunun miktarı artırılırsa kallustaki bazı hücreler kökleri oluşturacak şekilde farklılaşır. Daha sonra sitokinin oranı artırılarak kallustaki diğer hücrelerin de bitkinin toprak üstü organlarını (gövde ve yaprak) oluşturacak şekilde farklılaşması sağlanır. Yeterli büyüklüğe ulaşan fideler, doğal ortam koşullarına uyum göstermeleri sağlanarak toprağa alınır. Ancak bu çalışmalar sırasında eksplantın yanı sıra bisturi, pens, kültür kabı veya tüpü, besi yeri gibi malzemelerin steril olması gerekir

Bitki doku kültürü tekniği sayesinde küçük bir alanda ve kısa zamanda çok sayıda bitki elde etmek mümkündür (Görsel 1.46). Bu teknik; günümüzde bitkilerin vejetatif olarak çoğaltılması, bitki ıslahı, hastalıklardan arındırılmış bitkilerin elde edilmesi, bitkisel gen kaynaklarının korunması ve daha kaliteli bitkisel ürünlerin elde edilmesi için kullanılmaktadır.



Yaprak, bisturi ile parçalara ayrılır ve küçük doku parçaları besi yerine konur.

Küçük doku parçaları ve besi yeri içeren petri kapları uygun sıcaklık, nem oranı, ışık şiddeti ve ışıklandırma süresine sahip iklim dolabına yerleştirilir.

Bir süre sonra farklılaşmamış hücrelerden oluşan kallus meydana gelir.

Besi yerindeki oksin ve sitokinin miktarları değiştirilerek kök ve gövde oluşumu sağlanır.

Oluşan bitkicikler toprak içeren saksılara aktarılır.

Görsel 1.46: Bitkilerin doku kültürü ile çoğaltılması

Sıra Sizde

Doku kültürünün diğer vejetatif üreme çeşitlerinden üstün yönleri var mıdır? Çeşitli bilim teknik dergilerinden ve Genel Ağ' dan araştırınız. Sınıf ortamında arkadaşlarınızla tartışınız.

2. DENEY

Deneyin Adı: Bitkilerde vejetatif üreme
Amaç: Vejetatif üremeyi gözlemlemek
Süre: 2 hafta
Araç gereç: Üzerinde gözler oluşmuş patates, toprak doldurulmuş iki küçük saksı, bisturi, etiket, kalem.

Uygulama

- Patatesi farklı yerlerinden bisturi yardımıyla kesiniz.
- Üzerinde gözler bulunan ve bulunmayan patates parçalarını ayrı gruplar hâlinde ayırınız.
- Göz bulunan parçaları birinci saksıya dikiniz. Dikilen parçaların gözlü patates olduğunu belirten etiketler hazırlayarak saksıya yapıştırınız.
- Göz bulunmayan patates parçalarını da diğer saksıya dikerek etiketleyiniz.
- Saksıları 25-30 ^{0}C arası sıcaklıkta aydınlık bir yere yerleştiriniz.
- Saksıları her gün bir miktar sulayarak bitki gelişimini kontrol ediniz.

Sonuçlandırma

1. Hangi saksılarda patates fidesi gelişti?
2. Patates fidesi gelişiminin sebebi nedir?
3. Bu biçimde üreyebilen başka bitki örnekleri nelerdir? Araştırınız.

Bitkilerde Vejetatif Üreme

Vejetatif Üreme Soruları

Vejetatif Üreme Görseli

Bunları Biliyor musunuz?

Geofit, *yer bitkisi anlamına gelen soğanlı, yumrulu ve rizomlu bitkilerin genel adıdır. Tohumlu bitkilerden olan geofitler besin ya da su depolayan toprak altı organına sahiptir. İlkbahar ve sonbahar aylarında gösterişli çiçek açar.*

Türkiye'de çok çeşitli geofit bitki türü doğal olarak yetişmektedir. Bu türlerin büyük çoğunluğu nergisgiller, süsengiller, zambakgiller, salepgiller, yılanyastığıgiller, düğün çiçeğigiller, çuha çiçeğigiller familyalarındandır. Ülkemizde doğal alanlarda yetişen önemli geofitlerden dördü *Fritillaria imperialis* [Firitilarya imperyalis (Ağlayan gelin)], *Crocus sativus* [Kurokus sativus (Safran)], *Eranthis hyemalis* [Erantis himalis (Sarı kokulu)] (Görsel 1.47, 1.48 ve 1.49), *Anemone blanda*'dır [Anemon bılanda (Manisa lalesi)]. Birçok geofit gibi bu türler de ihraç edilerek ülke ekonomisine katkı sağlamaktadır. Bu bitki soğanlarının ticareti yapılırken doğanın korunması, bu türlerin neslinin devamlılığı açısından önemlidir.

Görsel 1.47: Ağlayan gelin

Görsel 1.48: Safran

Görsel 1.49: Sarı kokulu

Ana Düşünce

- *Mitoz, bölünebilme özelliğine sahip ökaryot her hücrede gerçekleşir.*
- *Mitoz çok hücrelilerde büyüme, gelişme ve onarımı; tek hücrelilerde ise üremeyi sağlar.*
- *Mitoz sayesinde hücrenin kromozom sayısı sabit tutulur ve bölünme sonucunda iki hücre oluşur.*
- *Ökaryotlarda eşeysiz üremenin temeli mitozdur ve bu sayede kalıtsal özellikler değişmeden gelecek nesillere aktarılır.*

1.2. Mayoz ve Eşeyli Üreme

Genetik olarak farklı iki ata bireyden gelen farklı iki üreme hücresinin birleşmesiyle yeni yavruların meydana gelmesine **eşeyli üreme** denir. Yüksek yapılı bitki ve hayvanların çoğunda eşeyli üreme görülür. Aynı anne babadan dünyaya gelen kardeşlerin, aynı türe ait bitki ve hayvanların birbirinden farklılık göstermesinin temel nedeni eşeyli üremedir. Eşeyli üremenin temelini mayoz ve döllenme oluşturur.

1.2.1. Mayoz

Mayoz ile; diploit (2n) kromozomlu üreme ana hücrelerinden (eşey ana hücresi), haploit (n) kromozomlu üreme hücreleri meydana gelir. Böylece nesiller boyunca kromozom sayısının sabitliği sağlanır. Mayoz sonucu oluşan hücreler farklılaşarak sperm ve yumurta gibi gamet hücrelerine dönüşür. Eşeyli üreyen canlılarda gametler döllenme yolu ile birleşerek diploit yapıdaki zigotu oluşturur. Zigot seri mitozla gelişerek ergin bireyi meydana getirir. Mayoz sonunda oluşan gametler birbirinden farklıdır. Bu nedenle döllenme olayı ile bir araya gelen gametlerden gelişen bireyler de genetik olarak birbirinden farklı olmaktadır.

Bölünmeden önce **interfaz**da mayoz için gerekli tüm hazırlıklar yapılır. DNA kendini eşler, gerekli enzimler ve proteinler üretilir. Organel sayısı artırılır. Hayvan hücrelerinde sentrozom sayısı 2 katına çıkar. İnterfazdan sonra mayoz 1 ve mayoz 2 olmak üzere bölünme iki aşamada gerçekleşir. Mayoz tamamlandığında haploit dört hücre oluşur.

Mayozun Evreleri

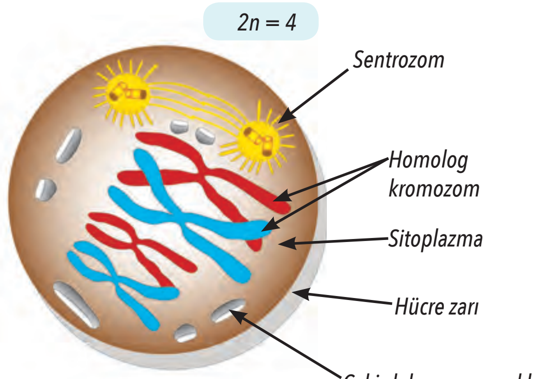
Mayoz 1

Mayoz 1; birbirini takip eden profaz 1, metafaz 1, anafaz 1 ve telofaz 1 olmak üzere 4 evrede gerçekleşir. Bu evrelerin ardından sitoplazma bölünmesi sonucunda kromozom sayısı bakımından haploit iki hücre oluşur.

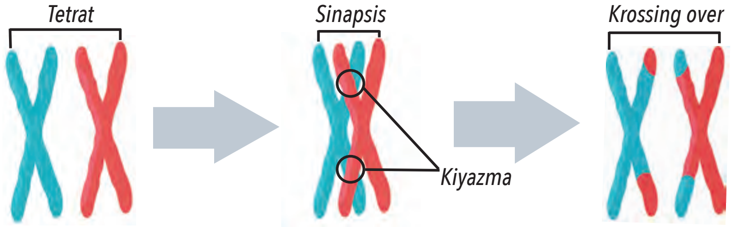
Profaz 1

Mayozun en uzun süren evresidir. Çekirdekçik kaybolur, çekirdek zarı parçalanır. Kromatin iplikler kromozomlar hâlinde belirginleşir. Hayvansal hücrelerde zıt kutuplara doğru çekilen sentrozomlar arasında iğ iplikleri oluşturulur.

Bu evrede homolog kromozomlar çiftler hâlinde yan yana dizilerek bir araya gelir (Görsel 1.50). İki homolog kromozom veya dört kromatitten oluşan bu yapıya **tetrat** adı verilir. Tetrat sayısı o hücrenin haploit kromozom sayısına eşittir. Tetratı oluşturan kromatitlerden kardeş olmayan kromatitlerin birbirine yaklaşarak sarmal bir yapı oluşturmasına **sinapsis** denir. Sinapsis sırasında kromatitlerin temas ettikleri bölgelere ise **kiyazma** denir. Sinapsis esnasında homolog kromozomların kardeş olmayan kromatitleri arasında gen alışverişi (parça değişimi) gerçekleşebilir. Bu olaya **krossing over** adı verilir (Görsel 1.51).



Görsel 1.50: Profaz 1

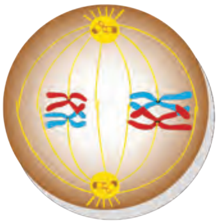


Görsel 1.51: Tetrat, sinapsis ve krossing over

Krossing over sayesinde kromozomlar yeni bir genetik dizilime sahip olur ve gamet çeşitliliği artar. Gamet çeşitliliğinin artması tür içi çeşitliliğin zenginleşmesine neden olur. Krossing over olayı her tetratta görülmeyebilir. Bir kromozom üzerindeki genler arası mesafe arttıkça krossing over olayının gerçekleşme olasılığı da artar.

Metafaz 1

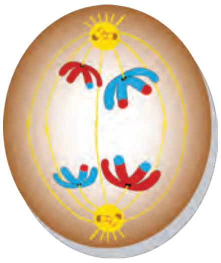
Tetratlar yani homolog kromozomlar farklı kutuplara gidecek şekilde sentromerlerinden iğ ipliklerine bağlanır ve hücrenin ekvatoral düzlemine getirilir (Görsel 1.52).



Görsel 1.52: Metafaz 1

Anafaz 1

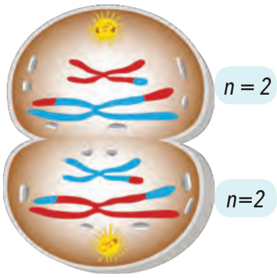
Homolog kromozom çiftleri birbirinden ayrılır. Homolog kromozomların kardeş kromatitleri birbirine bağlı kalarak zıt kutuplara doğru hareket eder. Profaz 1'de krossing over olayı gerçekleşmese bile homolog kromozomların rastgele hareket etmesi, oluşan hücrelerin genetik yönden farklı olmasını sağlar. Anafaz 1 sonunda her bir kutupta ana hücrenin kromozom sayısının yarısı kadar kromozom bulunur (Görsel 1.53).



Görsel 1.53: Anafaz 1

Telofaz 1

Kutuplara yerleşen haploit kromozom takımındaki her bir kromozom iki yeni kromatite sahiptir. Telofaz 1 ile sitokinez aynı zamanda gerçekleşir ve iki kardeş hücre oluşur. Oluşan hücrelerin kromozom sayısı ana hücrenin yarısı kadardır ve haploittir. Bazı canlı türlerinde çekirdek zarı ve çekirdekçik oluşurken bazı türlerde kromozomlar yoğunlaşmış şekilde kalır. İğ iplikleri kaybolur. Sitokinezde hayvan hücrelerinde boğumlanma, bitki hücrelerinde orta lamel oluşumu gözlenir (Görsel 1.54).



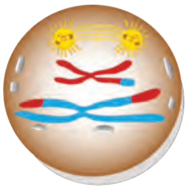
Görsel 1.54: Telofaz 1

Mayoz 2

Mitoz bölünmeye benzer ancak DNA'nın kendini eşlediği interfaz evresi görülmez. Bu sebeple bu evre n kromozomlu hücrelerden başlar. Mitozdaki gibi kardeş kromatitlerin ayrılması görülür. Hayvan hücrelerinde bölünme başlamadan önce sentrozomlar kendini eşler. Mayoz 2; profaz 2, metafaz 2, anafaz 2, telofaz 2 ve sitokinezden oluşur.

Profaz 2

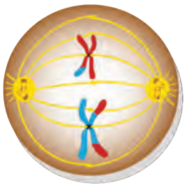
Çok kısa sürede tamamlanır. Çekirdek kaybolur, çekirdek zarı parçalanır ve iğ iplikleri oluşur (Görsel 1.55).



Görsel 1.55: Profaz 2

Metafaz 2

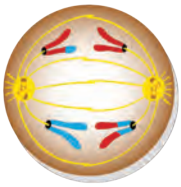
Kardeş kromatitleri taşıyan kromozomlar hücrenin ortasında (ekvator düzleminde) tek sıra hâlinde yan yana dizilir ve sentromerleri ile iğ ipliklerine tutunur. Kardeş kromatitler profaz 1'de krossing over geçirmişlerse genetik olarak birbirinden farklıdır (Görsel 1.56).



Görsel 1.56: Metafaz 2

Anafaz 2

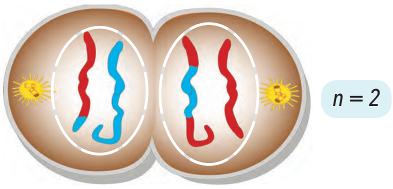
Hücrenin ekvator düzleminde dizilmiş olan kardeş kromatitler, iğ iplikleri sayesinde ayrılarak zıt kutuplara doğru hareket eder. Bu evreden itibaren kromozom olarak adlandırılır (Görsel 1.57).



Görsel 1.57: Anafaz 2

Telofaz 2

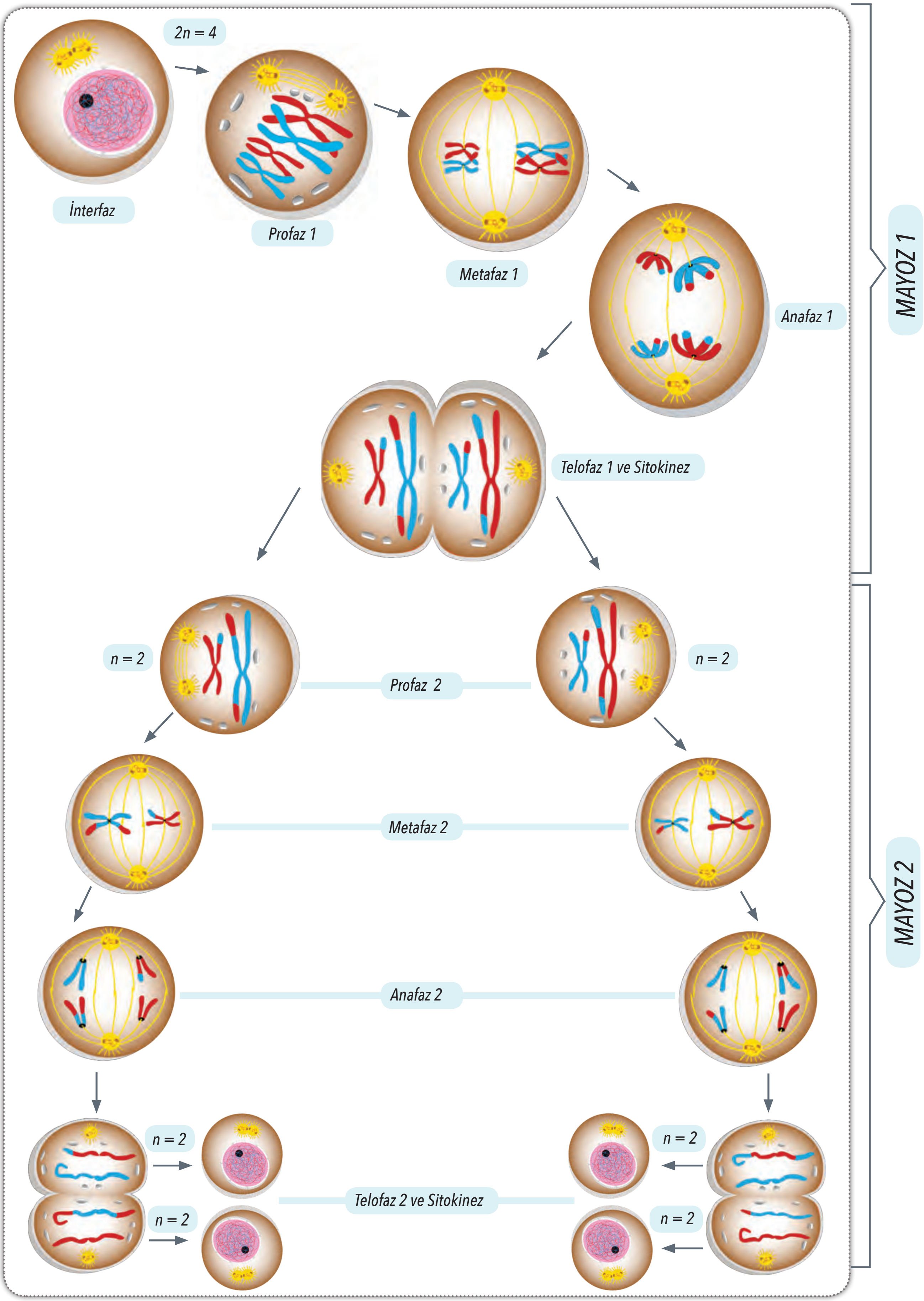
Kromozomlar kromatin iplikler hâlini alır. Çekirdek zarı ve endoplazmik retikulum yeniden oluşur. Çekirdekçik yeniden görünür hâle gelir. Telofaz evresi devam ederken sitoplazma bölünmesi de eş zamanlı olarak gerçekleşir. Oluşan hücreler ana hücrenin yarısı kadar kromozom ve DNA taşır (Görsel 1.58).



Görsel 1.58: Telofaz 2

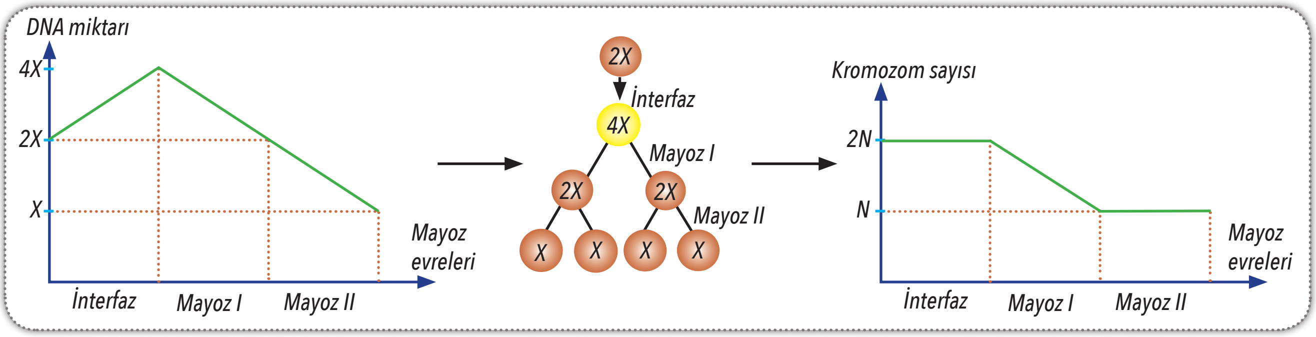
Sitoplazma Bölünmesi (Sitokinez)

Sitoplazma bölünmesinin (sitokinez) tamamlanmasıyla diploit kromozumlu üreme ana hücresinden haploit kromozomlu dört hücre meydana gelir. Bu evrenin tamamlanmasıyla mayoz tamamlanmış olur. Görsel 1.59'da mayozun tüm evreleri gösterilmiştir.


2n = 4
İnterfaz
Profaz 1
Metafaz 1
Anafaz 1
Telofaz 1 ve Sitokinez
MAYOZ 1
n = 2
Profaz 2
n = 2
Metafaz 2
Anafaz 2
n = 2
n = 2
Telofaz 2 ve Sitokinez
n = 2
n = 2
MAYOZ 2

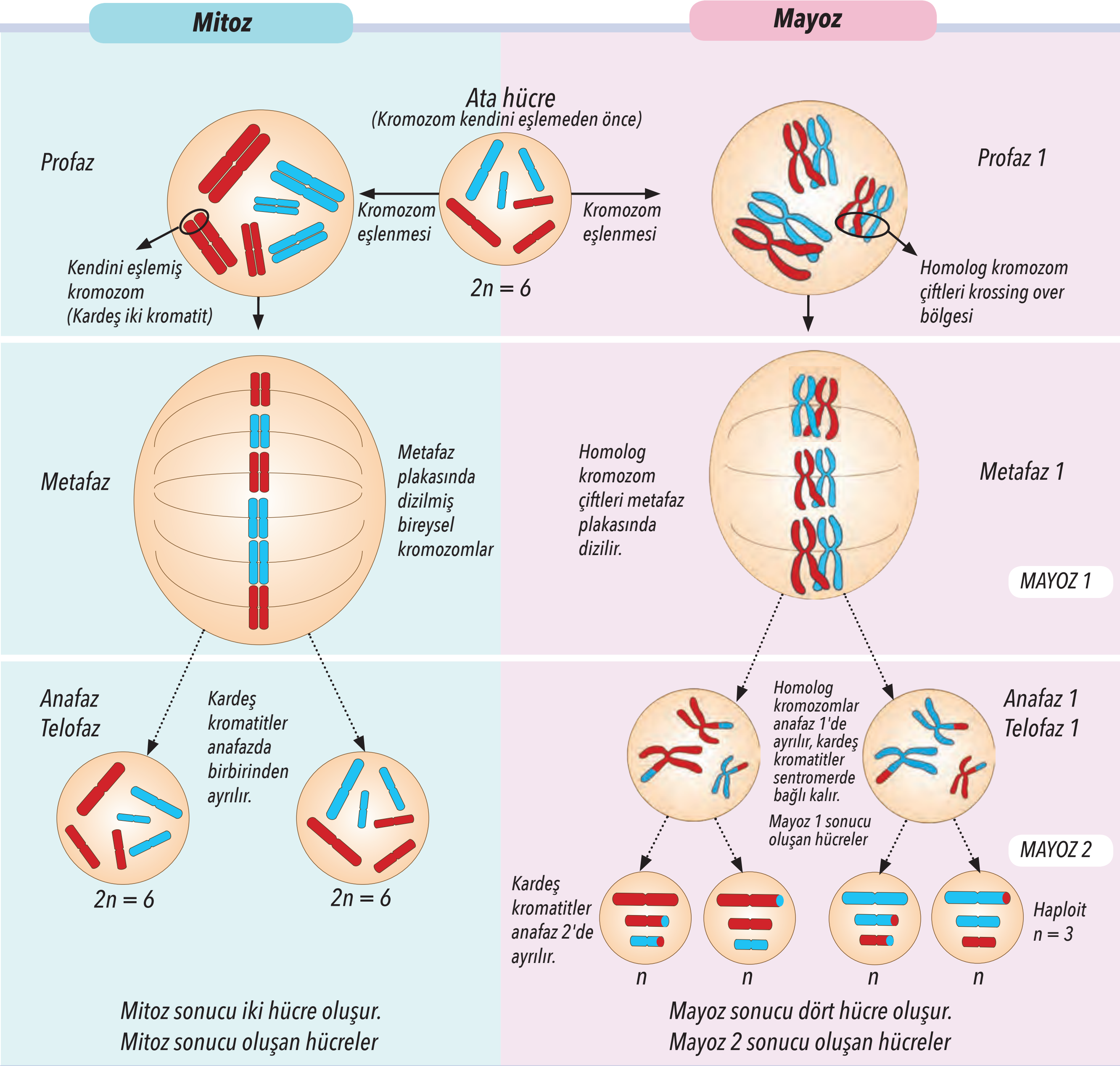
Görsel 1.59: Mayozun evreleri

Mayoz evrelerinde kromozom sayısı ve DNA miktarı değişir (Grafik 1.2).



Grafik 1.2: Mayoz evrelerinde DNA miktarı

Mitoz sonucu iki hücre oluşurken mayozla bir hücreden dört hücre oluşur (Görsel 1.60).


Mitoz
Mayoz
Ata hücre
(Kromozom kendini eşlemeden önce)
Profaz
Kromozom eşlenmesi
Kromozom eşlenmesi
2n = 6
Kendini eşlemiş kromozom (Kardeş iki kromatit)
Profaz 1
Homolog kromozom çiftleri krossing over bölgesi
Metafaz
Metafaz plakasında dizilmiş bireysel kromozomlar
Homolog kromozom çiftleri metafaz plakasında dizilir.
Metafaz 1
MAYOZ 1
Anafaz
Telofaz
Kardeş kromatitler anafazda birbirinden ayrılır.
2n = 6
2n = 6
Homolog kromozomlar anafaz 1'de ayrılır, kardeş kromatitler sentromerde bağlı kalır.
Anafaz 1
Telofaz 1
Mayoz 1 sonucu oluşan hücreler
MAYOZ 2
Kardeş kromatitler anafaz 2'de ayrılır.
Haploit n = 3
n
n
n
n
Mitoz sonucu iki hücre oluşur.
Mitoz sonucu oluşan hücreler
Mayoz sonucu dört hücre oluşur.
Mayoz 2 sonucu oluşan hücreler

Görsel 1.60: Mitoz ile mayoz karşılaştırılması

Sıra Sizde

Görsel 1.60'tan ve öğrendiğiniz bilgilerden faydalanarak mitoz ve mayoz arasındaki farklılıkları sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

Örnek

2n = 52 kromozoma sahip gagalı memeli hayvan grubundan olan *Platipus* (Pılatipus) erkeğinin eşey ana hücresi üst üste iki mitoz, bir mayoz geçirmektedir.

a) Bölünme sonucu oluşacak hücre sayısı ve bu hücrelerin kromozom sayısı kaçtır?
b) Profaz 1'de oluşan tetrat sayısı kaç olur?
c) Bölünmeler sonunda oluşan hücreler tekrar mitoz veya mayoz geçirebilir mi?

Çözüm

a) Bir hücre iki mitoz geçirirse
2^n = hücre sayısı, n = 2
$2^2 = 4$ olur. Mitoz sonunda oluşan hücre sayısı 4 olur.
Oluşan bu hücrelerin her biri mayoz geçirirse bir hücreden 4 hücre oluşacağından
4 x 4 = 16 hücre oluşur.
Mitozda kromozom sayısı değişmez, mayozda yarıya iner. İlk hücre 52 kromozomlu olduğundan mayoz sonunda oluşan hücrelerin en son kromozom sayısı 26 olur.

b) Profaz 1'de oluşan tetrat sayısı, aynı hücrenin haploit kromozom sayısına eşittir. Bu canlının haploit kromozom sayısı 26 ve tetrat sayısı da 26'dır.

c) Bu bölünmeler sonunda oluşan hücreler, mayoz sonunda oluşan hücreler olduğundan üreme hücreleridir. Hayvanlarda üreme hücreleri herhangi bir bölünme geçirmez, döllenmeye katılır veya vücuttan atılır.

Bunları Biliyor musunuz?

Mayoz, eşeyli üreyen canlılarda tür içi çeşitlilik sağlar. Bu nedenle canlılar, ebeveynlerine ve kardeşlerine bire bir benzemez. Bunun dışında mayoz ile türlerin kromozom sayısı sabit tutulur. Dişi ve erkek bireylerde mayoz ile oluşan yumurta (n) ve sperm (n) hücreleri döllenme ile bir araya geldiklerinde (2n) kromozomlu zigotu oluşturur. Zigotun kromozom sayısı, ait olduğu türün kromozom sayısı ile aynıdır. Mitoz zigottan başlayıp ölüme kadar devam ederken mayozla gamet üretimi üreme dönemi ile sınırlıdır.

SUNUM

Sunumun Adı: Mayoz ile İlgili Elektronik Sunu
Amaç: Mayozu görsel sunumla açıklamak
Süre: 1 hafta
Araç gereç: Genel Ağ erişimli bilgisayar, etkileşimli tahta
Uygulama

- Sınıfta beşer kişilik çalışma grupları oluşturunuz.
- Çalışma grubunuzla birlikte gerekli bilgisayar programlarını kullanarak mayozu açıklayıcı bir elektronik sunu (animasyon, video vb.) hazırlayınız. Sununuzun 5 dakikayı aşmamasına özen gösteriniz.

Sonuçlandırma

Hazırladığınız sunuyu sınıf içinde arkadaşlarınızla paylaşınız.

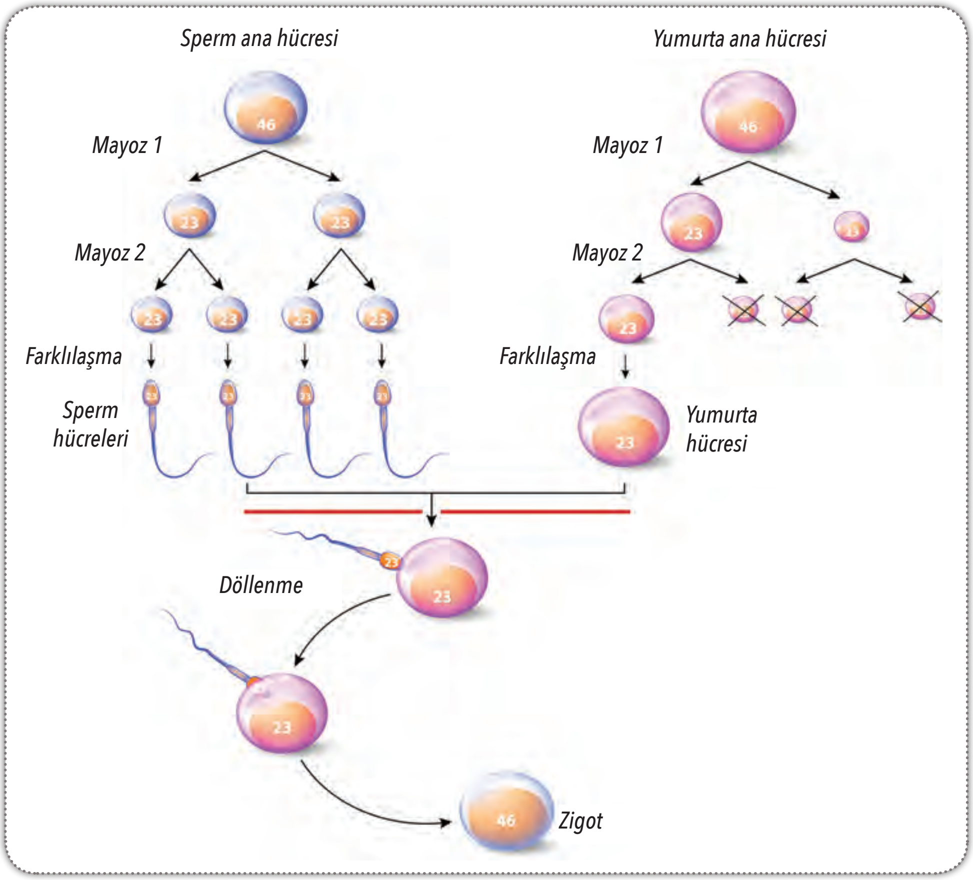
Mayoz

Mayoz Soruları

1.2.2. Eşeyli Üreme

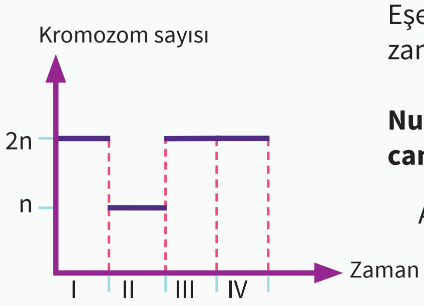
Eşeyli üreme, iki atanın (ebeveynler) ürettiği gametlerin birleşmesiyle yeni gen kombinasyonlarına sahip yavruların oluştuğu üreme şeklidir. Eşeyli üreyen canlılarda mayoz ile haploit kromozomlu hücreler oluşur. Bu hücreler farklılaşarak üreme hücreleri (gamet) olan sperm ve yumurtaya dönüşür. Erkek bireylerde mayozla oluşan haploit dört hücrenin hepsi farklılaşarak döllenme yeteneği kazanır ve spermlere dönüşür. Dişi bireylerde ise oluşan dört hücreden en büyük olanı (sitoplazması en fazla olan) farklılaşarak döllenme yeteneği kazanır ve yumurtaya dönüşür. Sitoplazma miktarı en fazla olan hücrenin yumurtaya dönüşmesi, döllenme sonucu oluşacak zigotun gelişimi için önemli bir adaptasyondur.

Dişi ve erkek bireylere ait üreme hücrelerinin çekirdekleri döllenme ile kaynaşır. Bunun sonucunda diploit kromozomlu **zigot** oluşur (Görsel 1.61). Zigot, mitoz geçirerek yavru bireyi meydana getirir.


Sperm ana hücresi
Yumurta ana hücresi
46
Mayoz 1
Mayoz 1
46
23
23
23
23
Mayoz 2
Mayoz 2
23
23
23
23
23
Farklılaşma
Farklılaşma
Sperm hücreleri
Yumurta hücresi
23
Döllenme
23
23
23
46
Zigot

Görsel 1.61: Mayoz ve döllenme

Örnek



Eşeyli üreyen bir canlının üreme ana hücresindeki kromozom sayısının zamana bağlı değişim grafiği yanda verilmiştir.

Numaralı kısımlarda gerçekleşen olaylardan hangileri eşeyli üreyen canlıda çeşitliliğe yol açar?

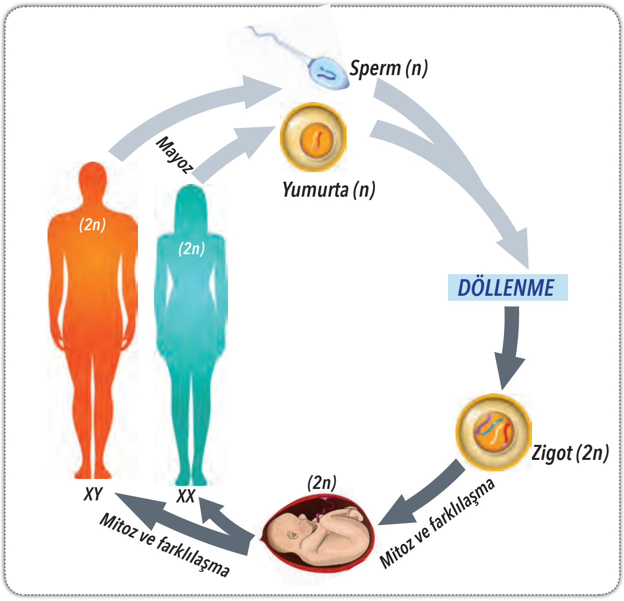
A) I ve II B) I ve III C) II ve III D) II ve IV E) II, III ve IV

Çözüm

Cevap C seçeneğidir. Eşeyli üreyen canlılarda çeşitliliğe neden olan olay mayoz ve döllenmedir. Kromozom sayısının yarıya düştüğü 2. zaman aralığı mayozu, kromozom sayısının iki katına çıktığı 3. zaman aralığı döllenmeyi göstermektedir.

Eşeyli Üremenin Temeli Mayoz ve Döllenme

Eşeyli üremenin temelini mayoz ve döllenme oluşturur. Erkek ve dişi bireylerin üreme organlarında üreme ana hücreleri bulunur ve bu hücreler mayoz ile üreme hücrelerini oluşturur. Üreme hücreleri döllenme yoluyla birleşerek zigotu oluşturur. Zigot, geçirdiği mitoz bölünmeler sonucunda hücre sayısını artırır. Hücreler daha sonra doku ve organ düzeyinde farklılaşarak yeni bireyi oluşturur (Görsel 1.62).



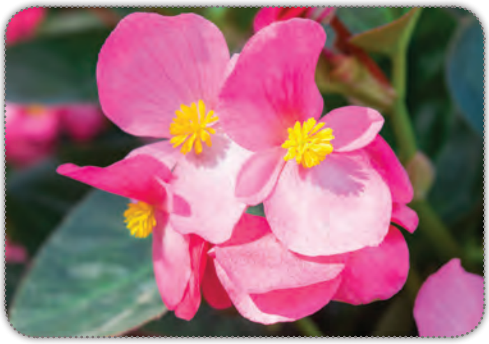
Görsel 1.62: İnsanda eşeyli üreme

Eşeyli üreme birçok canlı türünde görülür. Bitkiler âleminin tohumlu bitkiler grubundaki çoğu bitki eşeyli ürer. Kapalı tohumlu bitkilerin üreme organı çiçektir. Birçok tohumlu bitkinin çiçeğinde erkek ve dişi organ birlikte bulunur. Örneğin gül ve erik bitkilerinin çiçekleri bu şekildedir (Görsel 1.63 ve 1.64).

Görsel 1.63: Gül çiçeği

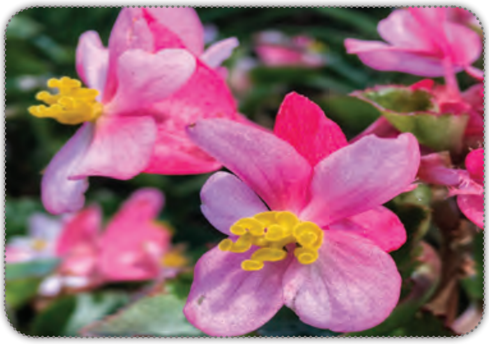
Görsel 1.64: Erik çiçeği

Bazı bitki çiçekleri sadece tek çeşit üreme organı taşır. Çiçek; erkek organ taşıyorsa **erkek çiçek**, dişi organ taşıyorsa **dişi çiçek** olarak adlandırılır. Bu nedenle bu çiçekler tek eşeylidir. İncir, dut, kavak, mısır, söğüt, ceviz, hurma ve begonya tek eşeyli çiçeklere sahip olan bitki türlerine örnektir (Görsel 1.65 ve 1.66). Bunun dışında bazı bitki türlerinde erkek ve dişi çiçekler aynı birey üzerinde bulunurken bazı türlerde de bir birey üzerinde ya erkek çiçekler ya da dişi çiçekler bulunur.



Görsel 1.65: Begonyada erkek çiçek

Bitkilerde Eşeyli Üreme



Görsel 1.66: Begonyada dişi çiçek

Sıra Sizde

Zeytin bahçesindeki ağaçların düzenli bir şekilde meyve verdiği bilinmektedir. Zeytin ağacının yakın çevresinde kendi türünden bir ağaç olmadığında meyve vermemesini nasıl açıklarsınız? Sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

Örnek

Tadı güzel ve yüksek verimli olan elma bitkisinden aynı genetik yapıda bitkiler elde edebilmek için,

I. çelikle
II. tohumla
III. doku kültürü yöntemiyle

üreme biçimlerinden hangileri uygulanabilir?

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) Yalnız III
D) I ve II
E) I ve III

Çözüm

Cevap E seçeneğidir. Çelikle ve doku kültürü yöntemleriyle eşeysiz üreme gerçekleşir. Eşeysiz üremede ana canlının genetik özellikleri aynen korunur.

Omurgasız hayvanların eklem bacaklılar grubunda eşeyli üreme gözlenir. Istakozlar, örümcekler, böcekler ve akrepler eşeyli üreyen eklem bacaklılardandır (Görsel 1.67).

Görsel 1.67: Eşeyli üreyen canlılar: örümcek (a), uğur böceği (b), akrep (c)

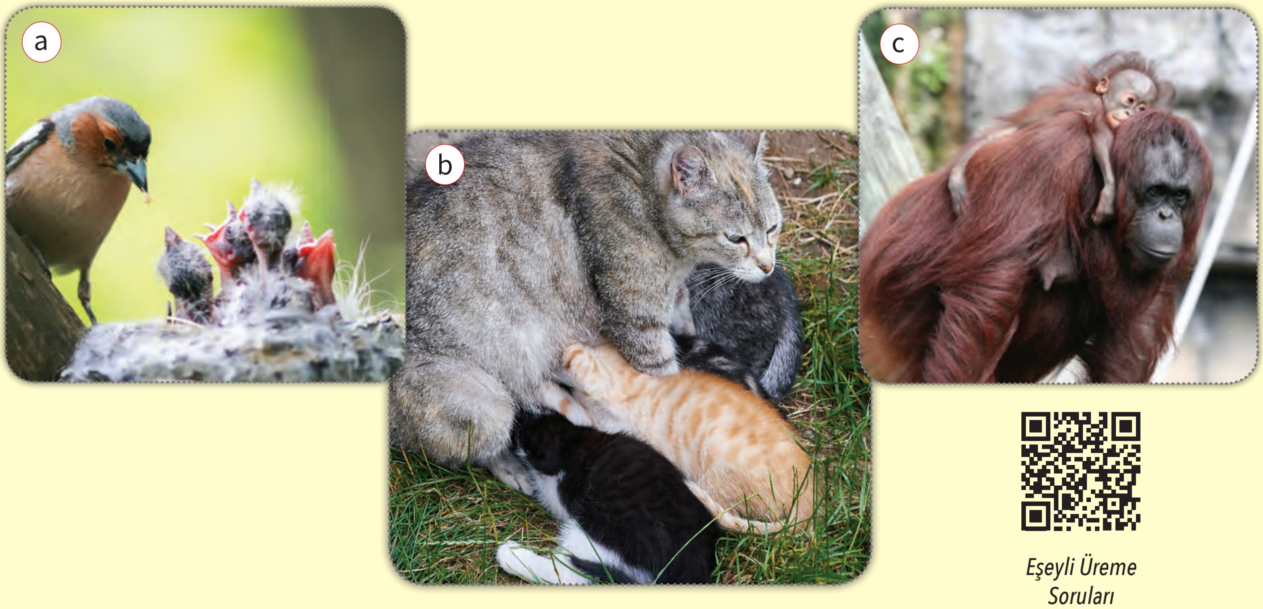
Omurgalı hayvan olan balıklar, iki yaşamlılar, sürüngenler, kuşlar ve memeliler eşeyli üreyen canlılardır (Görsel 1.68, 1.69 ve 1.70).

Görsel 1.68: Bayağı ağaç kurbağası

Görsel 1.69: Kelaynak

Görsel 1.70: Sivas kangalı

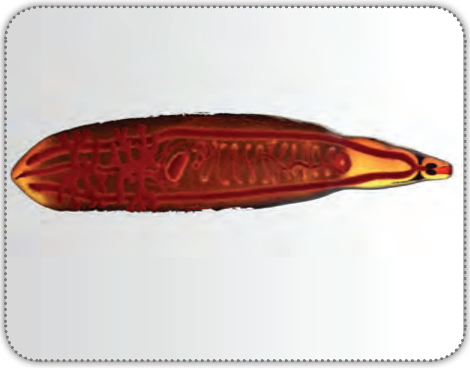
Kuşlar ve memelilerde yavru bakımı söz konusudur (Görsel 1.71).



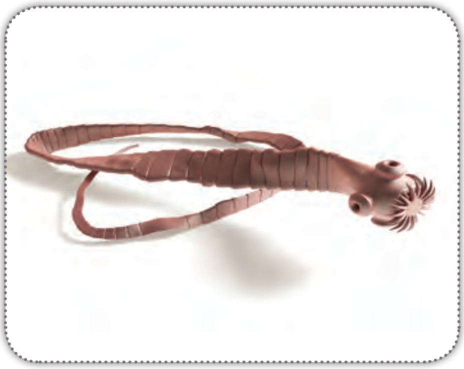
Eşeyli Üreme Soruları

Görsel 1.71: Kuş (a), kedi (b) ve orangutanda (c) yavru bakımı

Bazı hayvanlarda ayrı eşeylilik olmayıp dişi ve erkek üreme organları aynı birey üzerinde bulunur. Yumurta ve sperm aynı birey tarafından üretilir. Omurgasız hayvanların yassı solucanlar grubundan olan karaciğer kelebeği ve tenya, halkalı solucanlar grubundan olan toprak solucanı çift cinsiyetlidir (Görsel 1.72 ve 1.73).



Görsel 1.72: Karaciğer kelebeği



Görsel 1.73: Tenya

Sıra Sizde

- *Açık tohumlu bitkilerde bulunan kozalaklar, bu bitkilerin üreme organlarıdır. Örneğin çam ağaçlarında erkek kozalaklar küçüktür ve ağacın alt dallarında bulunur. Dişi kozalaklar daha büyüktür ve ağacın üst dallarında bulunur. Erkek ve dişi kozalakların ağaç üzerindeki bu yerleşim farklılığı ile kalıtsal çeşitlilik arasında nasıl bir ilişki vardır?*
- *Tohum; gelişmiş bitkilerde türün devamlılığını, üremeyi ve tür içi kalıtsal çeşitliliği sağlayan bir organdır. Buna göre tohumların oluşum şekli ile kalıtsal çeşitliliği sağlaması arasında nasıl bir bağlantı vardır? Araştırarak sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.*

Ana Düşünce

- *Mayoz, eşeyli üreyen canlıların üreme ana hücrelerinde gerçekleşir.*
- *Mayoz ile üreme ana hücrelerindekinin yarısı kadar kromozom bulunduran üreme hücreleri oluşur.*
- *Mayoza özgü krossing over ve homolog kromozomların rastgele ayrılmasıyla oluşan yeni gen kombinasyonları tür içi çeşitliliği artırır.*
- *Ökaryotlarda mayoz ve döllenme, eşeyli üremenin temelini oluşturur.*

ÜNİTE ÖZETİ

Canlılarda gerçekleşen büyüme, gelişme ve yıpranmış dokuların onarımı gibi biyolojik işlevlerin temeli **mitoz**a dayanır. Mitoz aynı zamanda tek hücreli canlılarda üremeyi de sağlar. Mitoz ile hacmi yüzeyine göre daha fazla büyüyen hücreler, çekirdeğin kontrolünde bölünür. Bu şekilde hücrenin ihtiyaçlarını karşılamakta yetersiz kalan hücre zarı, tekrar hücrenin madde gereksinimini karşılar hâle gelir. Ayrıca büyük bir hücreyi yönetmekte zorlanan çekirdek de rahatlıkla hücreyi kontrol edebilir.

Hücre döngüsü iki hücre bölünmesi arasındaki dönemdir. Hücre döngüsü, **interfaz** ve **mitotik evre**den (çekirdek bölünmesi ve sitoplazma bölünmesi) oluşur. İnterfaz, bölünmeye hazırlık evresi olup **G_1**, **S** ve **G_2** evreleri olmak üzere üç aşamada gerçekleşir. İnterfazda metabolik olayların hızlandığı, protein sentezinin arttığı, DNA'nın kendini eşlediği ve sitoplazmik organellerin sayısının arttığı görülür. İnterfazdan sonra **çekirdek bölünmesi** (karyokinez) gerçekleşir. Çekirdek bölünmesi; **profaz**, **metafaz**, **anafaz** ve **telofaz** evrelerinden oluşur. **Sitoplazma bölünmesi** (sitokinez) sayesinde bir hücreden iki yavru hücre meydana gelir. Oluşan hücrelerin kromozom sayısı ve genetik yapıları ata hücreyle aynıdır.

Hücre döngüsü; **G_1**, **G_2** ve **M** evrelerindeki kontrol noktaları ile düzenlenir. Bu kontrol noktalarında **dur** veya **devam et** sinyalleri verilerek hücre bölünmesi kontrol edilir. Hücre, bu sinyallere uymaz ve sürekli bölünmeye devam ederse dokularda **tümör** oluşur. Tümör oluşturan hücre kitlesi bir veya daha fazla organın işlevini bozacak şekilde yayılabilir. Bu şekildeki tümörlere **kötü huylu tümör** veya **kanser** denir.

Eşeysiz üremenin temelini **mitoz** oluşturur. Eşeysiz üreme; **bölünme**yle, **tomurcuklanma**yla, **spor**la, **rejenerasyon**la, **partenogenez** ve **vejetatif üreme yöntemleri**yle gerçekleşir.

Bitki doku kültürü ile bir bitkiden kısa zamanda çok sayıda bitki elde edilir. Bu yöntemle bitki ıslahı, bitki gen kaynaklarını koruma, daha ekonomik ve hastalıksız bitkiler yetiştirme hedeflenir.

Mayoz, eşeyli üreyen canlıların üreme ana hücrelerinde gerçekleşir. Mayoz sonucunda kromozom sayısı yarıya düşmüş olan dört haploit hücre oluşur. Oluşan hücrelerin genetik yapıları ana hücreden ve birbirlerinden farklıdır.

Mayoz, **mayoz 1** ve **mayoz 2** olmak üzere iki evrede gerçekleşir. Mayoz 1'den önce interfaz gerçekleşir. Mayoz 1'in profaz 1'inde; sinapsis, tetrat ve krossing over olayları gerçekleşir. Bu sayede değişik **gen kombinasyonları** meydana gelir. Anafaz 1'de **homolog kromozomları**n zıt kutuplara doğru rastgele hareket etmesi de mayozda çeşitliliği sağlayan diğer bir faktördür. Mayoz 1'in sonunda homolog kromozomların ayrılmasıyla kromozom sayısı yarıya düşmüş haploit iki hücre oluşur. Mayoz 1 tamamlandıktan sonra DNA eşlenmesi gerçekleşmeden mayoz 2 başlar. Anafaz 2'de kardeş kromatitler birbirinden ayrılır ve mayoz 2 sonunda dört haploit hücre oluşur. Mayoz 2, mitoza benzer. Mayozu mitozdan ayıran en temel farklar mayoz 1'de gerçekleşir.

Eşeyli üremenin temeli mayoz ve döllenmedir. Canlılarda farklı eşeyli üreme örnekleri görülür. Ayrı eşeyli canlılarda dişi birey yumurtayı, erkek birey spermi oluşturur. Bazı canlılar ayrı eşeyli değildir. Dişi ve erkek üreme organları aynı birey üzerinde bulunur.

Eşeyli üremede mayozla oluşan dişi ve erkek gametler döllenmeyle bir araya gelerek **zigot**u oluşturur. Zigot, mitozlarla gelişerek ergin bireyi meydana getirir.

ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU

Bu ünite kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna ✓ işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

	Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1	*Canlılarda hücre bölünmesinin gerekliliğini açıklayabilirim.*		
2	*Hücre bölünmesini canlılarda üreme, büyüme ve gelişme ile ilişkilendirerek açıklayabilirim.*		
3	*Hücre bölünmesinin nedenlerini ifade edebilirim.*		
4	*Mitozu açıklayabilirim.*		
5	*İnterfazı temel düzeyde anlatabilirim.*		
6	*Bir deney uygulayarak mitozun evrelerini gözlemleyebilirim.*		
7	*Hücre bölünmesinin kontrolünü ve bunun canlılar için önemini ifade edebilirim.*		
8	*Hücre bölünmesinin kanserle ilişkisini kurabilirim.*		
9	*Mitozu açıklayan bir elektronik sunu hazırlayabilir ve bu sunuyu paylaşabilirim.*		
10	*Eşeysiz üremeyi örneklerle açıklayabilirim.*		
11	*Eşeysiz üreme çeşitlerinden bölünerek üreme, tomurcuklanma, sporla üreme, rejenerasyon, partenogenez ve bitkilerde vejetatif üremeye örnekler verebilirim.*		
12	*Eşeysiz üreme tekniklerinin bahçecilik ve tarım sektörlerindeki uygulama örneklerini verebilirim.*		
13	*Bir deney uygulayarak vejetatif üreme çeşitlerini gözlemleyebilirim.*		
14	*Eşeysiz çoğaltım yöntemi olarak bitki doku kültürü ile ilgili fikir alışverişi yapabileceğim bir tartışmaya katılabilirim.*		
15	*Mayozu açıklayabilirim.*		
16	*Mayozun evrelerini görseller kullanarak temel düzeyde açıklayabilirim.*		
17	*Mayozu açıklayan bir elektronik sunu hazırlayabilir ve bu sunuyu paylaşabilirim.*		
18	*Eşeyli üremeyi örneklerle açıklayabilirim.*		
19	*Eşeyli üremenin temelinin mayoz ve döllenme olduğunu açıklayabilirim.*		

Değerlendirme

Değerlendirme sonunda **Hayır** cevaplarınızı bir kez daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız **Evet** ise bir sonraki üniteye geçebilirsiniz.

1. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. **Bitki Doku Kültürünün Amacı**

Bitki doku kültürü; bitkilerden alınan organ, doku ve hücrelerin steril yapay besin ortamında ve kontrollü şartlar altında kültüre alınarak mevsimlere ve çevresel faktörlere bağlı kalmadan yılın her döneminde doku, organ, bitki ya da bitkisel ürünlerin elde edilmesidir (Görsel 1.74). Doku kültürü; çoğaltma, ıslah, hastalıklardan arındırılmış bitki elde etme, değerli ürünler üretme, bitkisel gen kaynaklarını koruma gibi çok farklı kullanım alanlarına sahiptir. Doku kültürü, klasik yöntemlerle çözülemeyen veya çözümü güç olan problemlere çözüm getirerek daha ekonomik, kalite ve miktar yönünden daha yüksek bitkisel üretimin gerçekleştirilmesine yardımcı olan bir tekniktir. Bitkilerde doku kültürü çok çeşitli amaçlar için kullanılır.

Görsel 1.74: Bitki doku kültürü

Buna göre aşağıdakilerden hangisi bitkilerde doku kültürünün amaçları arasında yer almaz?

A) İstenilen nitelikteki bitkilerin çoğalması sağlanır.
B) Farklı genetik özelliklere sahip bitki üretimi sağlanır.
C) Bol miktarda bitki üretimi sağlanır.
D) Var olan genetik özelliklerin sürekli olması sağlanır.
E) Saf ürünler elde edilir.

2. Aşağıdaki olaylardan hangisinin gerçekleşmesi mitoz ile sağlanmaz?

A) Canlılarda yaralanan vücut kısımlarının onarılması
B) Hücre sayısının artırılmasıyla organ oluşumunun sağlanması
C) Eşey ana hücrelerinin sayıca artması
D) Yıpranan dokuların yenilenmesi
E) Çiçekli bitkilerde polen oluşumu

3. Mitoz sırasında gerçekleşen

I. Sitoplazmanın bölünme şekli
II. İğ ipliklerinin sentromerlere bağlanması
III. DNA'nın kendini eşlemesi

olaylarından hangileri yüksek yapılı bitki ve hayvan hücrelerinde benzerlik gösterir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

4. Eşeyli üremede gözlenen aşağıdaki özelliklerden hangisi vejetatif üremede de gözlenir?

A) Kromozom sayısının nesiller boyunca sabit kalmasının sağlanması
B) Kalıtsal çeşitlilik gözlenmesi
C) Değişen çevre koşullarına daha dayanıklı bireylerin oluşumuna olanak sağlanması
D) Döllenme gerçekleşmesi
E) Farklı cinsiyette bireylerin katılması

5. Doku ve organ nakli, günümüzde hayat kurtaran ileri aşama bir tedavi yöntemidir. Organ nakli yapılan bir hastaya ait karaciğer dokusundaki bir hücre art arda iki kez mitoz geçirmiştir.

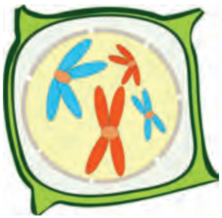
Bu hücre bölünmesi ile ilgili

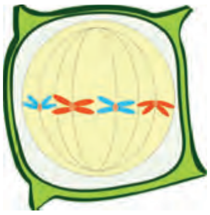
I. $2n = 46$ kromozomlu 8 yeni hücre oluşur.
II. Sitoplazma bölünmesi, hücre dışından hücre içine doğru boğumlanarak gerçekleşir.
III. Oluşan yeni hücrelerin genetik yapıları aynıdır.
IV. Oluşan yeni hücrelerin sitoplazma miktarları aynıdır.

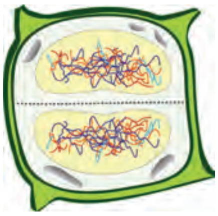
ifadelerinden hangilerinin doğruluğu kesindir?

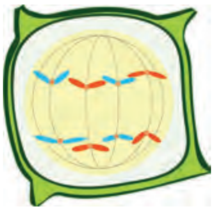
A) I ve II B) I ve IV C) II ve III D) II ve IV E) II, III ve IV

6. Mitozdaki olaylar belli bir sıra ile gerçekleşmektedir. Aşağıda bir hücrede farklı mitoz evrelerinde kromozom sayısı, kromozomların yapısı ve yerleşim düzenindeki farklılıkları görülmektedir.


I


II


III


IV

Buna göre evrelerin meydana geliş sıralaması aşağıdakilerden hangisidir?

A) I-II-IV-III
B) II-I-III-IV
C) II-III-I-IV
D) III-II-I-IV
E) IV-I-III-II

7. Canlılar, nesillerini devam ettirmek için yapısal özelliklerine uygun şekilde ürer. Vejetatif üreme çeşitli bitkilerde görülen bir üreme şeklidir.

Bu şekilde üreme ile

I. Birey sayısını artırma
II. Ana bitki ile aynı kalıtsal yapıya sahip bitkiler oluşturma
III. Değişen çevre şartlarına daha dayanıklı bireyler oluşturma
IV. Sahip olunan özelliklerin sürekliliğini sağlama

olaylarından hangileri sağlanır?

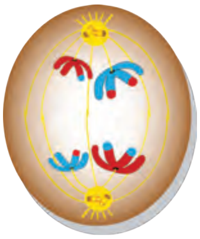
A) I ve II
B) II ve III
C) I, II ve III
D) I, II ve IV
E) II, III ve IV

8. Eşeyli üreyen canlılarda erkek ve dişi gametler n kromozomludur. Gametlerin birleşmesi ile oluşan zigot ise 2n kromozomludur. Böylece nesiller boyunca tür içi kromozom sayısı sabit tutulur.

Aşağıdakilerden hangisi eşeyli üreyen canlılarda kromozom sayısının sabit kalmasını sağlayan temel olaydır?

A) İnterfaz safhasında DNA'nın kendini eşlemesi
B) Profaz 1'de homolog kromozomlarda tetrat ve krossing over görülmesi
C) Mayoz sonunda oluşan n kromozomlu üreme hücrelerinin döllenmeye katılması
D) Mayozun art arda iki bölünme ile tamamlanması
E) Mayoz sonunda birbirinden farklı hücrelerin oluşması

9. Görselde mayoza ait bir evre verilmiştir. **Bu bölünme evresi ile ilgili verilen açıklamalardan hangisi yanlıştır?**



A) Homolog kromozomlar birbirinden ayrılır.
B) Mayozda çeşitliliğin sağlanmasında etkilidir.
C) İğ ipliklerinin oluşmaya başladığı evredir.
D) Bu evreden sonra çekirdek zarı ve çekirdekçik tekrar oluşur.
E) Bu evre sonunda kutuplarda ana hücrenin kromozom sayısının yarısı kadar kromozom bulunur.

10. Diploit bir canlının mayoz sonucu oluşan hücresinde 18 kromozom varsa profaz 1'de kaç tetrat oluşmuştur?

A) 18 B) 36 C) 54 D) 72 E) 90

11. Canlılarda görülen çeşitli rejenerasyon örneklerinden

I. Kertenkelenin kopan kuyruğunun yerine yeni bir kuyruğun gelişmesi
II. Denizyıldızının kopan kolundan yeni bir denizyıldızının gelişmesi
III. Planaryanın arka kısmından kopan bir parçadan yeni bir planaryanın gelişmesi
IV. Kırılan bir kol kemiğinin kendini onarması

hangileri aynı çeşit rejenerasyona örnektir?

A) I ve II B) II ve III C) I ve III D) II ve IV E) III ve IV

12. Bulunduğu bölgenin ekolojik şartlarından dolayı yalnızca belirli bir bölgede yetişebilen, dünyanın başka yerinde yetişme ihtimali olmayan, yöreye özgü bitki türlerine **endemik bitki** denir. Örneğin sevgi çiçeği, peygamber çiçeği ya da yanardöner çiçeği gibi isimlerle anılan *Centaurea tchihatcheffii* (Sentaurea çiaçefi) dünyada sadece Ankara Gölbaşı'ndaki Mogan Gölü çevresinde yetişen endemik bir bitki türüdür (Görsel 1.75). Bu bitkinin somatik (vücut) hücrelerindeki kromozom sayısı 20'dir.

Aynı sevgi çiçeği hücrelerindeki DNA miktarının 24.10^{-16} mg olduğu kabul edilirse polen ana hücrelerinde mayoz sırasında oluşan tetrat sayısı (I), mayoz sonunda oluşan hücrelerin DNA miktarı (II) ve oluşan hücrelerin kromozom sayısı (III) ne olmalıdır?

	I	II	III
A)	20	24.10^{-16}	20
B)	10	48.10^{-16}	10
C)	10	12.10^{-16}	10
D)	10	24.10^{-16}	20
E)	20	48.10^{-16}	10

Görsel 1.75: Sevgi çiçeği

B) Aşağıdaki açık uçlu soruların cevaplarını boş bırakılan alana yazınız.

13. Mitoz ile mayozun birbirine benzeyen en temel beş özelliği nedir?

14. DNA, kromatin iplikler ve kromozom arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

15. Hücreler interfazdayken kromozomlar görülebilir mi? Açıklayınız.

16. Bahçecilik ve tarım sektöründe vejetatif üremenin sağladığı avantajları açıklayınız.

17. Eşeysiz üremenin eşeyli üremeden daha avantajlı olduğu durumlar neler olabilir?

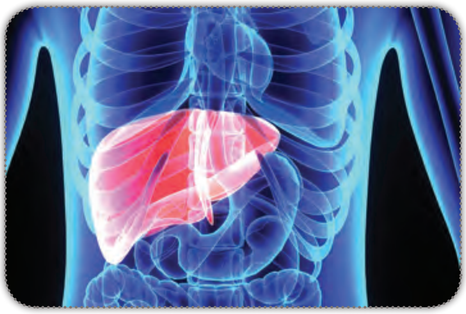
18. Bitki doku kültürünün günümüzdeki kullanım alanları nelerdir?

19. Mayoz geçiren sağlıklı bir hücrede krossing over olmamasına rağmen oluşan hücrelerin birbirinden farklı olmasının nedenleri nedir?

20 ve 21. soruları verilen metne göre cevaplandırınız.

Rejenerasyon

Denizyıldızı, planarya ve tenya gibi canlıların kopan parçalarını tamamlayarak yeni canlılar oluşturması rejenerasyon ile üremedir. Rejenerasyon her zaman sayıca artışa neden olmaz. Yüksek yapılı organizmalarda doku ve organ düzeyinde yenilenme olur. Karaciğerin kendini yenilemesi, doku düzeyinde yenilenme ve kertenkelenin kopan kuyruğunu tamamlaması organ düzeyinde bir yenilenmedir (Görsel 1.76).



Görsel 1.76: Karaciğer

20. **Canlıların çoğunda rejenerasyon görülür mü? Rejenerasyon kabiliyeti canlılarda gelişmişlik ile ilişkilendirildiğinde nasıl bir bağlantı kurulabilir?**

21. **Canlılarda rejenerasyonun amaçlarını iki grupta toplamak gerekirse nasıl gruplandırılabilir?**

22. **Hücre bölünmesinin kontrolü ile kanser arasındaki ilişkiyi açıklayınız.**

23. **İnterfazın aşamaları ve bu aşamalarda gerçekleşen metabolik olayları açıklayınız.**

2. Ünite

KALITIMIN GENEL İLKELERİ

Bu Ünitede Neler Öğreneceksiniz?

- Kalıtım ve biyolojik çeşitlilik
- Kalıtımın genel esasları
- Genetik varyasyonların biyolojik çeşitliliği açıklamadaki rolü

Ünitenin Amacı

Canlıların sahip olduğu özellikleri bir sonraki nesle kalıtsal olarak nasıl aktardığını ve sonraki nesillerde bu özelliklerin ne şekilde ortaya çıktığını öğrenmek.

Anahtar Kavramlar

alel, dihibrit, dominant, eş baskınlık, eşeye bağlı kalıtım, fenotip, gen, genotip, gonozom, hemofili, heterozigot, homozigot, monohibrit, mutasyon, otozom, Punnett karesi, rekombinasyon, renk körlüğü, resesif, soyağacı, varyasyon

Farkında mısınız?

- Bir sokak köpeğinin yavrularının birbirinden farklı özelliklerde olması nasıl açıklanabilir?
- Açık ten rengine sahip olan ebeveynlerin güneşte bronzlaştıktan sonra dünyaya gelen çocuklarının da açık ten rengine sahip olduğu görülebilir. Bu durum nasıl açıklanabilir?
- Parklarda ve bahçelerde rengi, kokusu ve şekli farklı güller dikkat çekebilir. Bu güllerin bazıları hâlâ gonca iken bazılarının açmış olması gülün hangi özelliği ile ilişkilendirilebilir?

2. KALITIMIN GENEL İLKELERİ

Görsel 2.1: Aynı ailede farklı özelliklere sahip bireyler

Aynı anne ve babaya sahip kardeşler fiziksel olarak birbirine benzese de bu kardeşlerin ayırt edici birçok özelliğinin olması nasıl açıklanabilir (Görsel 2.1)? Bununla beraber tüm bireyleri sağlıklı parmak yapısına sahip bir ailede, sadece bir çocuğun altı parmaklı doğması hangi faktörler ile ilişkilendirilebilir?

Olimpiyat oyunlarında etnik kökeni farklı birçok sporcu görülür. Hangisinin Asyalı, hangisinin Avrupalı olduğu anlaşılabilir mi (Görsel 2.2)?

Görsel 2.2: Etnik kökeni farklı sporcular

2.1. Kalıtım ve Biyolojik Çeşitlilik

Kalıtım, bir canlının sahip olduğu özelliklerin nesilden nesile aktarılması olayıdır. **Genetik** ise bu canlı türleri arasındaki benzerlik ve farklılıkların ortaya çıkmasını sağlayan kalıtsal karakterlerin nesilden nesile nasıl aktarıldığını inceleyen bilimdir. Genetik, günümüzde bilim insanlarının üzerinde en çok durduğu konuların başında gelmektedir. Çünkü genetik kavramı yeni türlerin keşfinde ve birçok hastalığın tedavisinde "altın anahtar" niteliğindedir.

2.1.1. Kalıtımın Genel Esasları

İnsanlar, kendilerini ve diğer canlıları gözlemleyerek yeni doğan yavruların anne ve babalarına benzediğini fark etmiştir. Bu şekilde çocukların akrabalarına benzemesinin basit bir rastlantı olamayacağı anlaşılmıştır. Daha sonra bu benzerliklerden hayatın birçok alanında yararlanılmaya başlanmış ve insanlar farkında olmadan da olsa daha üstün özelliklere sahip bitki ve hayvan ırkları geliştirmeye çalışmıştır. Bu nedenle etinden, sütünden, yününden ve diğer özelliklerinden yararlanılan hayvanların ekonomik verimini artırmak için uygun özelliklere sahip bireyleri çiftleştirme yoluna gidilmiştir. En kaliteli bitkilere ait tohumlar ekilerek ürün miktarının ve kalitesinin artırılması için çaba harcanmıştır. Ancak bu çalışmaların bilimsel bir platforma oturtulması ve genetiğin bir bilim dalı olarak kabul edilmesi uzun zaman almıştır.

Modern genetiğin temelleri Gregor Mendel (Gıregor Mendel) adlı Avusturyalı bilim insanının çalışmaları ile atılmıştır (Görsel 2.3). Mendel, ailesine ait bir çiftlikte büyümüştür. Yaşadığı yer büyük oranda tarım yapılan bir bölge olduğu için öğrenim gördüğü okullarda temel eğitimin yanı sıra basit ziraat eğitimi de almıştır. Lise öğrenimini tamamladıktan sonra Felsefe Enstitüsünü bitirmiş ve 1843'te Augustinian (Ogüstinyan) Manastırı'na girmiştir. Fizik ve kimya eğitimi almak üzere gittiği Viyana Üniversitesinde fizik profesörü olan Christian Doppler'den (Kıristiyan Dopler) doğa olaylarını aydınlatmaya yardımcı olması için matematiği nasıl kullanacağı konusunda eğitim almıştır. Franz Unger (Fıranz Uncır) isimli bir botanik profesörü ise Mendel'in ''bitkilerde çeşitliliğin nedenleri'' konusuna ilgi duymasını sağlamıştır.

Görsel 2.3: Gregor Mendel

Mendel, daha sonra ülkesine geri dönmüş ve bitkilerin çeşitliliği konusunda merakını arkadaşları ile paylaşmıştır. 1857'de de bezelyeleri kullanarak kalıtım ile ilgili çalışmalar yapmaya başlamıştır.

Hücre bilimcileri, gelişmiş mikroskop tekniklerini kullanarak 1875'te mitozun ve 1890'lı yıllarda da mayozun mekanizmasını aydınlatmıştır. Biyologların canlıların yaşam döngüsü sırasında Mendel'in önerdiği kalıtım faktörlerinin davranışı ile kromozomların davranışı arasında ilişki olduğunu görmeye başlaması, hücre bilimcileri ile genetikçileri bir araya getirmiştir. Böylece başlayan disiplinli çalışmalar sonucunda genlerin kromozomlar üzerinde yer aldığını gösteren **Kalıtımın Kromozom Teorisi** ortaya konulmuştur. Bu teori, genlerin özgün kromozomlar üzerinden aktarıldığına dair doğrudan kanıtlar elde eden Morgan (Morgın) ve Bridges'ın (Bricıs) çalışmalarıyla da desteklenmiştir. 1906 yılında Theodor Boveri (Teodor Boveri) bu yeni çalışma alanını "genetik" olarak adlandırmıştır. 1953 yılında James Watson (Ceymis Vatsın) ve Francis Crick (Frensis Kırik) tarafından DNA'nın yapısının aydınlatılmasıyla birlikte genetikle ilgili çalışmalar hız kazanmıştır.

2003 yılında Craig Venter (Kıreyg Ventır) ve arkadaşları tarafından **İnsan Genom Projesi** tamamlanmıştır. Bu proje ile insana ait genlerin tespit edilmesi, kromozomlar üzerindeki yerlerinin belirlenmesi ve insan kromozomlarında bulunan DNA nükleotitlerinin dizilişinin analiz edilmesi amaçlanmış olup buna benzer çalışmalar hâlen devam etmektedir.

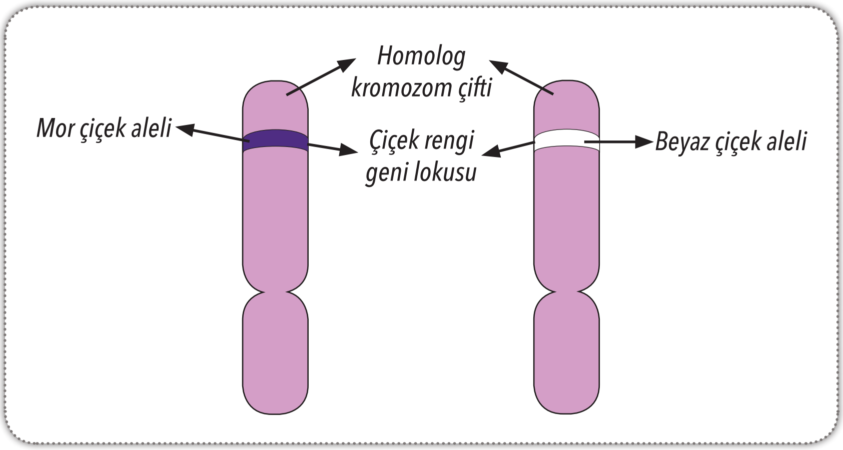
Sıra Sizde

Tarihimizde bilim insanları, birçok alanda çalışma yaparak bilim dünyasına hizmet etmiştir. Genetiğin gelişmesinde tarihimizdeki bilim insanlarının ne gibi çalışmaları vardır? Araştırarak sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

Mendel İlkeleri

Mendel, 1856 yılında yaptığı genetik ile ilgili araştırmalarında bezelye bitkisini kullanmaya karar vermiştir. Çünkü bezelyeler çok çabuk ürer. Dişi ve erkek organları aynı çiçek üzerinde bulunduğundan kendi kendilerini döller. Her nesilde çok sayıda yavru verir. Yapay döllenmeye uygundur, gözle görülebilen ve bireyden bireye farklılık gösteren çeşitli özelliklere sahiptir. Örneğin çiçek rengi bakımından bezelyeler incelendiğinde beyaz ve mor renkli çiçekleri olan farklı bezelye çeşitlerinin olduğu görülür. Bunun dışında tohum rengi olarak sarı ve yeşil, tohum biçimi olarak da yuvarlak ve buruşuk olan çeşitleri bulunur. Bir nesilden diğerine aktarılabilen ve bireyler arasında çeşitlilik gösteren tohum rengi, biçimi gibi **karakterler** vardır. Bu karakterlerin her bir farklı tipine **özellik** denir. Örneğin tohum biçimi bir karakterken tohumların yuvarlak ya da buruşuk olması bir özelliktir.

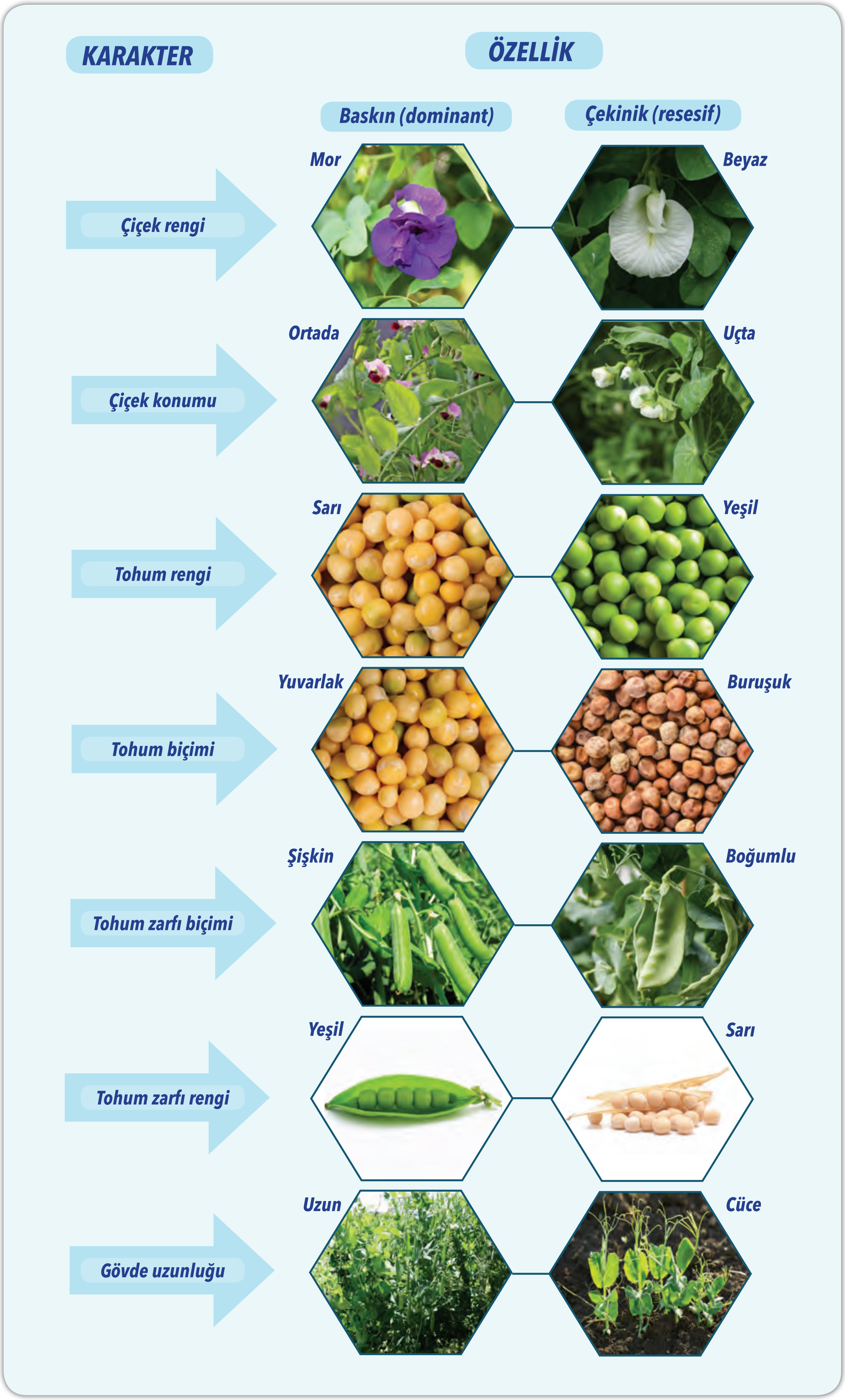
Mendel, çalıştığı bitkilerdeki karakterlerin ortaya çıkmasını sağlayan faktörlere **özel birim faktör** adını vermiştir. Bu faktörler Mendel'e göre kalıtımın temel birimleridir. Birim faktör, genetik özelliklerin bir nesilden diğerine aktarılmasını sağlayan genlerdir. **Gen,** bir karakterin oluşumunda etkili olan DNA parçasıdır. Genler, özelliklerin bir nesilden diğer nesile aktarılmasını sağlar. Biri anneden biri babadan gelen aynı karaktere etki eden genlerden her birine **alel** denir. Aleller benzer ya da farklı olabilir. Örneğin bezelyelerde yeşil ve sarı tohumlu olmayı sağlayan tohum rengi karakterinden sorumlu iki farklı alel bulunur. Bu alellerin biri dişi, diğeri erkek bireyden gelir. Bu nedenle aleller aynı kromozom üzerinde bulunamaz. Homolog kromozomların **lokus** adı verilen karşılıklı bölgelerinde yer alır (Görsel 2.4).



Görsel 2.4: Homolog kromozomlardaki aleller

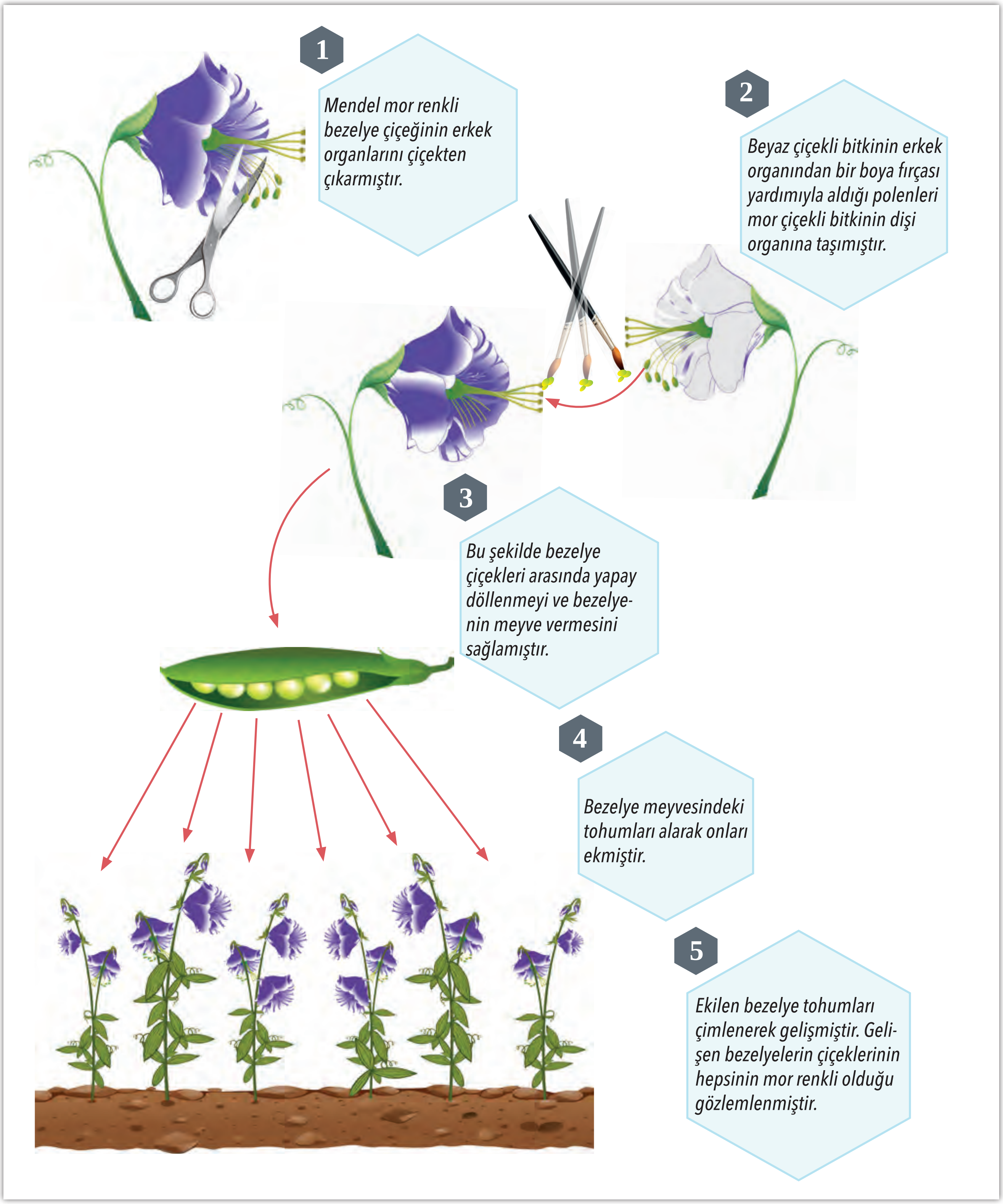
Diploit canlılarda bir özelliği belirleyen alellerin ikisi de aynı ise **homozigot** (saf = arı) (*SS, ss*), farklı ise **heterozigot** (melez = hibrit) (*Ss*) olarak tanımlanmaktadır. Bir alel, belirlediği özelliği hem homozigot hem de heterozigot iken ortaya çıkarabiliyorsa **baskın gen** (dominant) adını alır. Sadece homozigotken özelliğini ortaya çıkaran alele ise **çekinik gen** (resesif) denir. Baskın genler büyük harfle çekinik genler ise küçük harfle ifade edilir. Örneğin bezelyelerde sarı tohum rengini belirleyen alel (*S*), yeşil tohum rengini belirleyen alele (*s*) baskındır. Kalıtım molekülünde bulunan alellerin tümü canlının **genotipini** oluşturur. **Fenotip** ise canlının rengi, şekli, büyüklüğü, biyokimyası gibi dış görünüş ve ölçülebilen özelliklerinin tümüdür. Canlılarda bazı fenotipik özellikler sadece genlerin, bazıları ise gen ve çevrenin etkileşimi sonucu ortaya çıkar.

Mendel, yaptığı çalışmalarda bezelyelerin yedi adet gözlemlenebilen karakterini seçmiştir (Görsel 2.5). Bu yedi karakter çıplak gözle rahatlıkla izlenebilen niteliklerdir. Bu karakterlerden her biri, birbirinden farklı olan iki özellik ile temsil edilmektedir.


KARAKTER
ÖZELLİK
Baskın (dominant)
Çekinik (resesif)
Çiçek rengi
Mor
Beyaz
Çiçek konumu
Ortada
Uçta
Tohum rengi
Sarı
Yeşil
Tohum biçimi
Yuvarlak
Buruşuk
Tohum zarfı biçimi
Şişkin
Boğumlu
Tohum zarfı rengi
Yeşil
Sarı
Gövde uzunluğu
Uzun
Cüce

Görsel 2.5: Mendel'in çalışma yaptığı bezelyelerin gözlemlenebilen yedi özelliği

Mendel, bezelyelerdeki her bir karakterin birbirine zıt iki özelliğini seçerek bunları kendi aralarında çaprazlamıştır. **Çaprazlama**, iki farklı bireyden gelen üreme hücrelerinin birleşmesi olarak tanımlanabilir. Mendel, homozigot mor ve beyaz çiçekli bitkileri çaprazlayarak elde ettiği tohumları ekmiş ve oluşan yavru bezelyelerin çiçek renklerini gözlemlemiştir. Bu çaprazlama işleminin basamakları ve elde edilen sonuçlar Görsel 2.6'da verilmiştir.



1 *Mendel mor renkli bezelye çiçeğinin erkek organlarını çiçekten çıkarmıştır.*

2 *Beyaz çiçekli bitkinin erkek organından bir boya fırçası yardımıyla aldığı polenleri mor çiçekli bitkinin dişi organına taşımıştır.*

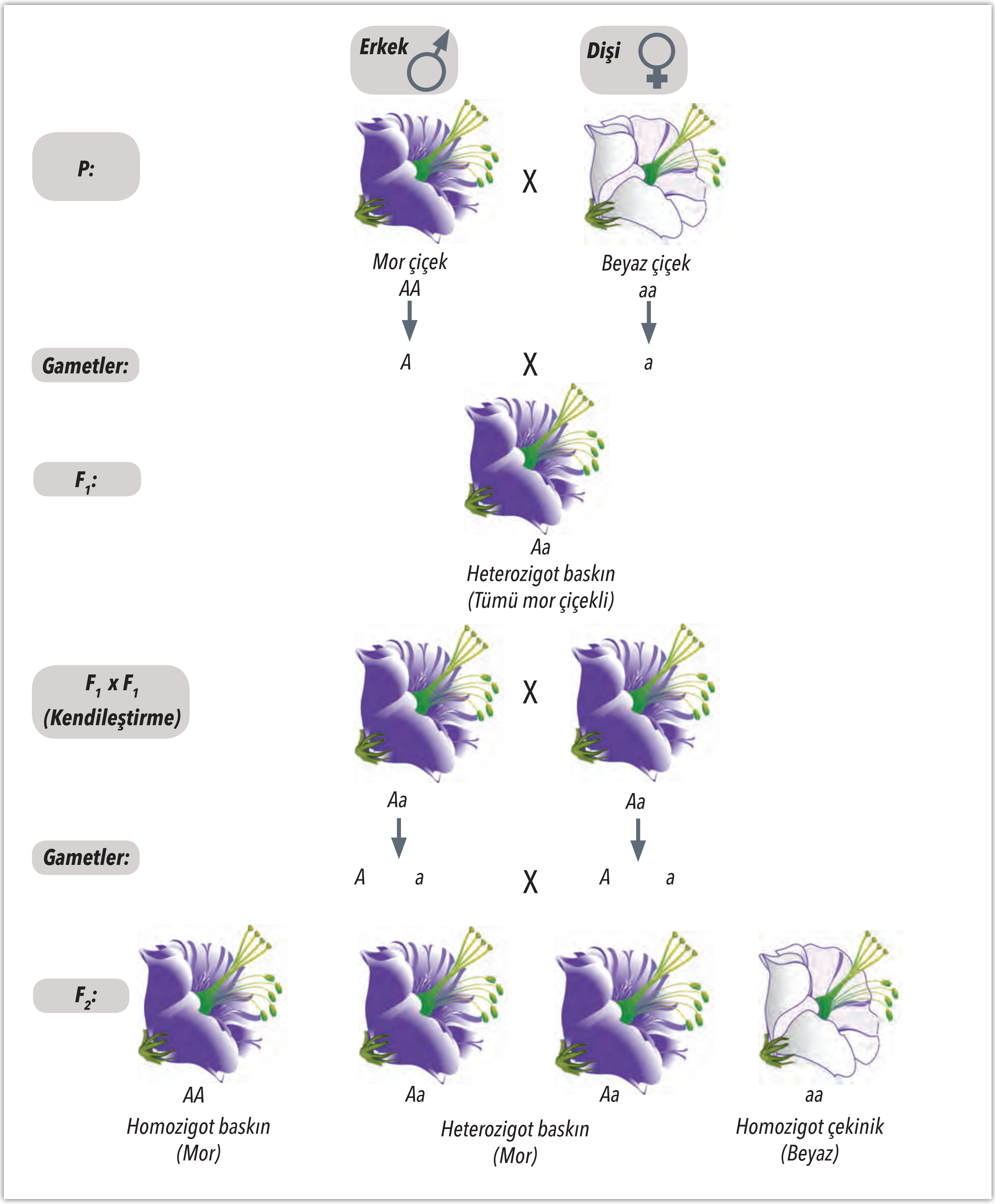
3 *Bu şekilde bezelye çiçekleri arasında yapay döllenmeyi ve bezelyenin meyve vermesini sağlamıştır.*

4 *Bezelye meyvesindeki tohumları alarak onları ekmiştir.*

5 *Ekilen bezelye tohumları çimlenerek gelişmiştir. Gelişen bezelyelerin çiçeklerinin hepsinin mor renkli olduğu gözlemlenmiştir.*

Görsel 2.6: Mendel'in çaprazlaması

Mor (*AA*) ve beyaz (*aa*) çiçekli bezelyelerin alelleri homozigot durumdadır. Genotipi, herhangi bir özellik bakımından homozigot durumda olan bireylere **arı döl** denir. Mendel, arı dölleri P (Parental = P) çaprazlayarak F_1 kuşağındaki (Filial=Kuşak=Nesil) tüm bezelyelerin mor çiçekli olduğunu görmüştür. F_1 kuşağındaki bireyleri de kendi arasında çaprazlayarak (kendileştirme) F_2 kuşağını elde etmiştir. F_2 kuşağında ise mor ve beyaz çiçekli bezelyeleri gözlemlemiştir (Görsel 2.7).


Erkek ♂
Dişi ♀
P:
Mor çiçek
AA
X
Beyaz çiçek
aa
Gametler:
A
X
a
F1:
Aa
Heterozigot baskın
(Tümü mor çiçekli)
F1 x F1
(Kendileştirme)
Aa
X
Aa
Gametler:
A a
X
A a
F2:
AA
Homozigot baskın
(Mor)
Aa
Aa
Heterozigot baskın
(Mor)
aa
Homozigot çekinik
(Beyaz)

Görsel 2.7: Farklı iki arı dölün çaprazlanmasıyla elde edilen F_1 ve F_2 kuşağındaki bezelyelerin çiçek renkleri

Mendel, çalışmalarında bazı olasılık ilkelerini kullanarak hesaplamalar yapmıştır. Bu ilkelerden birincisi, şansa bağlı ve bağımsız olarak gerçekleşen olayların sonuçlarının da birbirinden bağımsız olmasıdır. Örneğin havaya atılan bir metal paranın yazı veya tura gelme olasılığı için toplam iki sonuç vardır. Her seferinde bu sonuçlardan bir tanesi gerçekleşecektir. Bu nedenle metal paranın havaya atılması sonucu yazı ya da tura gelme olasılığı 1/2'dir. Bu olay birçok defa tekrarlansa bile sonuçlar değişmez. Yani birinci olayın sonucu sonraki olayın sonucunu etkilemez.

Mendel'in kullandığı olasılık ilkelerinden ikincisi, şansa bağlı ve bağımsız olarak gerçekleşen iki olayın aynı anda gerçekleşme olasılığının bunların ayrı ayrı gerçekleşme olasılıklarının çarpımına eşit olmasıdır. Örneğin aynı anda havaya atılan iki metal paradan birincisinin yazı, ikincisinin tura gelme olasılığı $1/2 \cdot 1/2 = 1/4$'tür.

Bağımsız Genlerde Gamet Çeşitliliğinin Hesaplanması

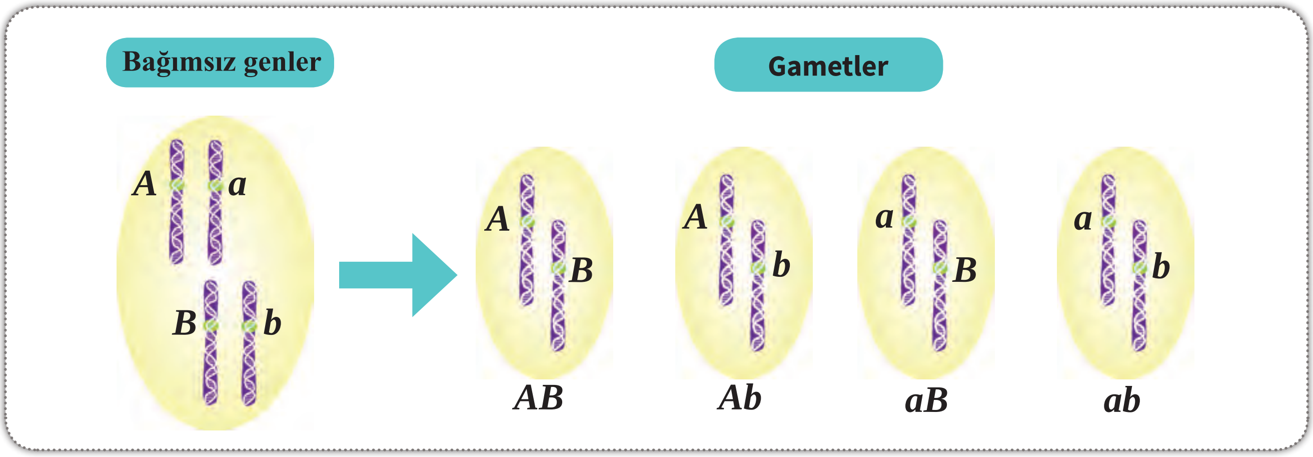
Eşeyli üreyen canlılarda, üreme organlarında mayoz sonucu oluşan erkek ve dişi üreme hücrelerine **gamet** denir. Gametler n kromozomlu hücreler olup her özellikle ilgili bir gen taşır. Gametlerde farklı karakterlere ait genler, farklı kromozomlar üzerinde bulunuyorsa bu genlere **bağımsız gen** denir. Bu durum gamet çeşitliliğini artırır. Bağımsız genlerde gamet çeşidi bulunurken Tablo 2.1'de verilen yöntemler kullanılabilir.

Gamet çeşidi sayısı: *2^n formülüyle hesaplanır.*
n *= Heterozigot karakter sayısıdır.*

Tablo 2.1: Bağımsız Genlerde Gamet Çeşitliliğinin Hesaplanması

Genotip	Oluşturacağı Gamet Çeşidi Sayısı	Oluşturacağı Gamet Çeşitleri
BBdd	$2^0 = 1$	Bd
Bbdd	$2^1 = 2$	Bd, bd
AaDd	$2^2 = 4$	AD, Ad, aD, ad
AaDDBb	$2^2 = 4$	ADB, ADb, aDB, aDb

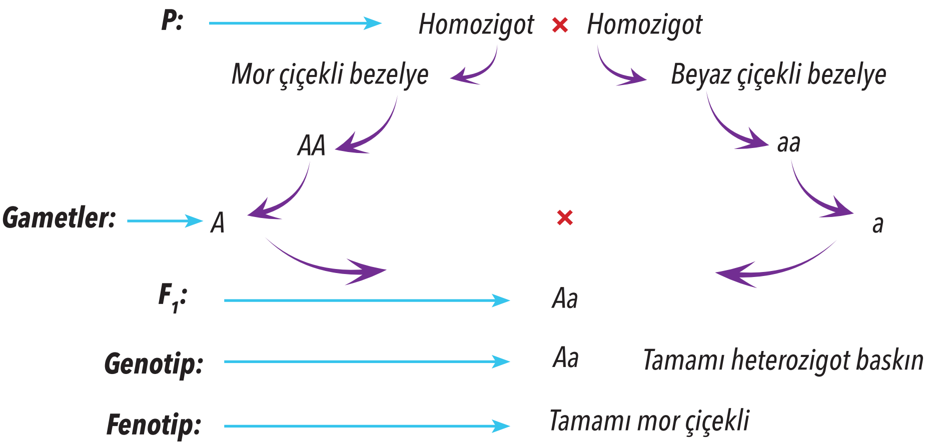
Mendel'in yaptığı çaprazlamalar sonucunda tohum rengi sarı olan bezelyelerin tohum şeklinin bir kısmının düzgün, bir kısmının buruşuk olabildiği görülmüştür. Çünkü tohum rengini ve tohum şeklini belirleyen genler, farklı kromozomlar üzerinde bulunan bağımsız genlerdir. Bağımsız genler gametlere rastgele dağılır ve bağımsız özelliklerin ortaya çıkmasında etkili olur. Örneğin yeşil gözlü olan bir bireyin saç şekli kıvırcık olabileceği gibi düz de olabilir. Çünkü göz renginin ve saç şeklinin oluşumundan sorumlu olan genler, bağımsız genlerdir (Görsel 2.8).



Görsel 2.8: Bağımsız genlerin kromozom üzerinde gösterimi ve oluşturduğu gametler

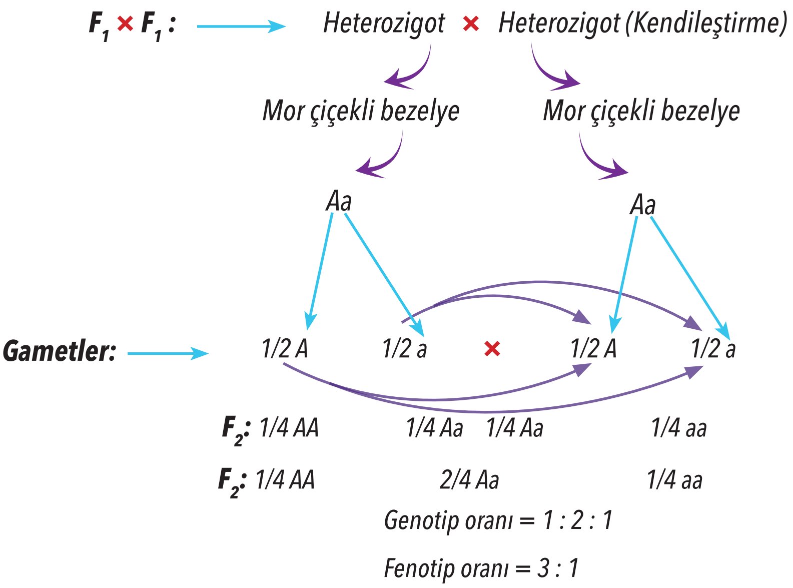
Monohibrit Çaprazlama

Bir karakter yönüyle heterozigot (melez) olan bireylere **monohibrit**, böyle iki bireyin çaprazlanmasına **monohibrit çaprazlama** denir. Bireyin genotipinde bir karakterden sorumlu iki alel, gamet oluşumu sırasında eşit olasılıkla rastgele ayrılır ve farklı gametlere gider. Bu durum **Mendel'in Ayrılma İlkesi** olarak adlandırılır. Örneğin homozigot mor çiçekli bezelye (*AA*) ile homozigot beyaz çiçekli bezelye (*aa*) çaprazlanırsa (melezleme) *AA* genotipli bireyden *A, aa* genotipli bireyden a genotipli gamet oluşur. Oluşan gametler kendi aralarında çaprazlandığında elde edilen F_1 kuşağındaki bireylerin tamamı heterozigot (*Aa*) mor çiçekli olurken beyaz çiçekli (*aa*) bezelyeler oluşmaz. Mendel, F_1 de ortaya çıkan mor çiçek rengi özelliğini baskın, gizlenen beyaz çiçek özelliğini çekinik olarak ifade etmiştir. Bu durum **Mendel'in Tam Baskınlık İlkesi**, F_1 deki tüm bireylerin aynı olması ise **Mendel'in Benzerlik İlkesi** olarak adlandırılır.



P:
Homozigot × Homozigot
Mor çiçekli bezelye
Beyaz çiçekli bezelye
AA
aa
Gametler:
A
×
a
F₁:
Aa
Genotip:
Aa
Tamamı heterozigot baskın
Fenotip:
Tamamı mor çiçekli

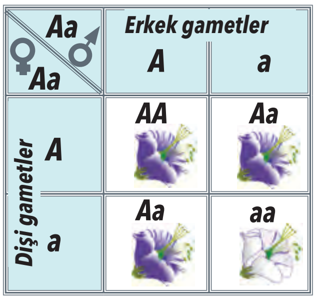
Mendel daha sonra F_1 kuşağındaki bireyleri kendi aralarında çaprazlamış (kendileştirme) ve F_2 kuşağını elde etmiştir. F_2 kuşağında homozigot mor çiçekli (*AA*), heterozigot mor çiçekli (*Aa*) ve homozigot beyaz çiçekli (*aa*) bezelyelerin oluştuğunu gözlemlemiştir.



F₁ × F₁ :
Heterozigot × Heterozigot (Kendileştirme)
Mor çiçekli bezelye
Mor çiçekli bezelye
Aa
Aa
Gametler:
1/2 A
1/2 a
×
1/2 A
1/2 a
F₂: 1/4 AA
1/4 Aa
1/4 Aa
1/4 aa
F₂: 1/4 AA
2/4 Aa
1/4 aa
Genotip oranı = 1 : 2 : 1
Fenotip oranı = 3 : 1

Genetik çaprazlamalar sonucu oluşması muhtemel genotipler, Tablo 2.2'deki gibi de gösterilebilir. Buna göre yatay düzleme erkek ata tarafından oluşturulması mümkün olan tüm gametler, düşey düzleme dişi birey tarafından oluşturulabilecek tüm gametler yazılır. Erkek ve dişi gametlerin kesişimleri oluşacak bireylerin genotipini verir. Bu yöntem İngiliz genetik bilimcisi Reginald Curundall Punnett (Recinıld Kırandıl Panıt) tarafından geliştirildiği için **Punnett karesi** olarak adlandırılır.

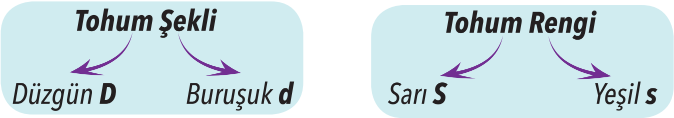
Tablo 2.2: Monohibrit Çaprazlamanın Punnett Karesi ile Gösterimi



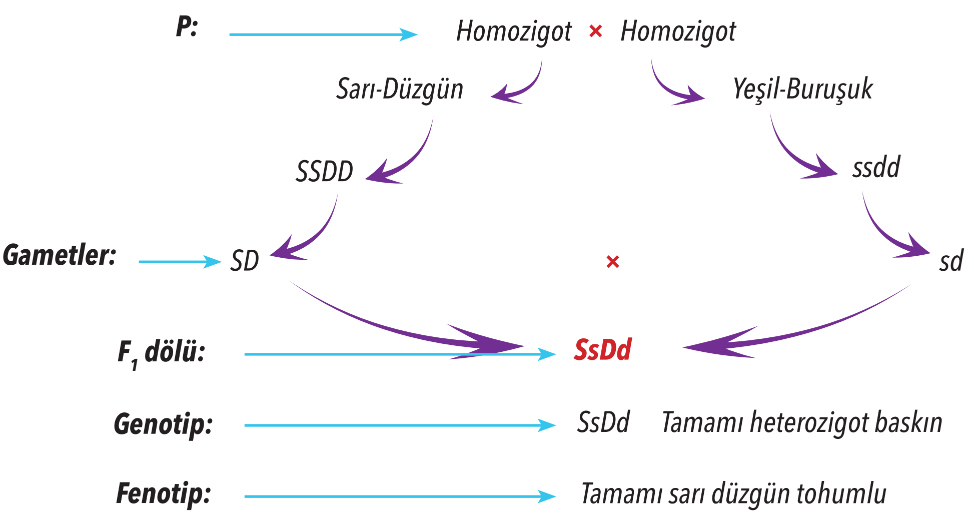
Aa ♂ ♀ Aa		Erkek gametler	
		A	**a**
Dişi gametler	**A**	**AA**	**Aa**
	a	**Aa**	**aa**

Dihibrit Çaprazlama

İki karakter yönüyle heterozigot (melez) olan bireylere **dihibrit**, böyle iki bireyin çaprazlanmasına da **dihibrit çaprazlama** denir. Örneğin Mendel, bezelye bitkilerini yetiştirirken hem tohum rengini (sarı veya yeşil) hem de tohum şeklini (düzgün veya buruşuk) incelemiştir.

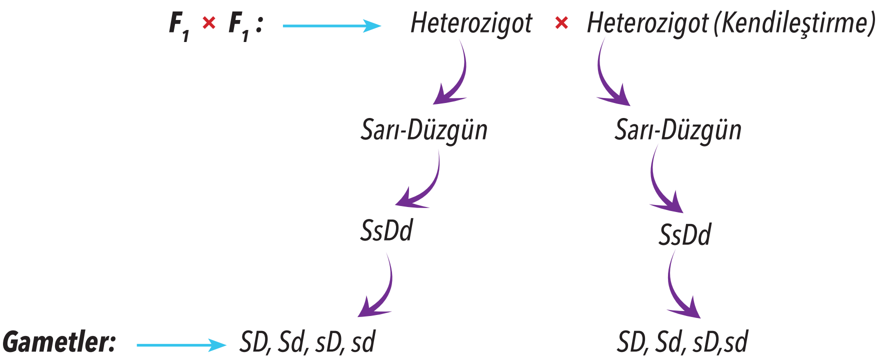

Tohum Şekli
Düzgün **D**
Buruşuk **d**
Tohum Rengi
Sarı **S**
Yeşil **s**

Homozigot sarı düzgün *(SSDD)* ve homozigot yeşil buruşuk (*ssdd*) bezelyeler çaprazlanarak F_1 dölünde dihibrit *(SsDd)* bireyler elde edilir (melezleme).


P:
Homozigot × Homozigot
Sarı-Düzgün
Yeşil-Buruşuk
SSDD
ssdd
Gametler:
SD
×
sd
F_1 dölü:
SsDd
Genotip:
SsDd Tamamı heterozigot baskın
Fenotip:
Tamamı sarı düzgün tohumlu

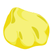
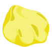
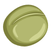
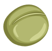
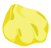
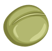
Oluşan F_1 kuşağındaki bireyler ise kendi arasında çaprazlanarak F_2 kuşağı elde edilir. Daha sonra F_2 dölünde oluşan genotip ve fenotip oranları belirlenir. Heterozigot sarı düzgün tohumlu bezelyelerden *SD*, *Sd*, *sD, sd* gametleri oluşur. Her alel çifti, gamet oluşumu sırasında birbirinden bağımsız olarak ayrılır. Kısaca tohum rengi için kalıtsal olarak aktarılan alelin tohum şekli için aktarılan kalıtsal alel üzerinde etkisi yoktur. Bu durum Mendel'in **Bağımsız Açılım İlkesi** olarak adlandırılır.

Heterozigot sarı düzgün tohuma sahip bezelyeler çaprazlanır.

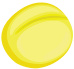

F_1 × F_1 :
Heterozigot × Heterozigot (Kendileştirme)
Sarı-Düzgün
Sarı-Düzgün
SsDd
SsDd
Gametler:
SD, Sd, sD, sd
SD, Sd, sD,sd

F$_1$ kuşağındaki dihibrit bireylerin üretebileceği gametler Punnett karesine (Tablo 2.3) yerleştirilerek çaprazlama sonucu oluşabilecek F$_2$ kuşağı oranları bulunur. F$_2$ kuşağının genotip ve fenotip oranları Tablo 2.4'te verilmiştir.

Tablo 2.3: Punnett Karesi

SsDd ♂ ♀ SsDd	1/4 SD	1/4 Sd	1/4 sD	1/4 sd
1/4 SD	SSDD	SSDd	SsDD	SsDd
1/4 Sd	SSDd	SSdd 	SsDd	Ssdd 
1/4 sD	SsDD	SsDd	ssDD 	ssDd 
1/4 sd	SsDd	Ssdd 	ssDd 	ssdd

Tablo 2.4: Dihibrit Çaprazlamada Genotip ve Fenotip Oranları

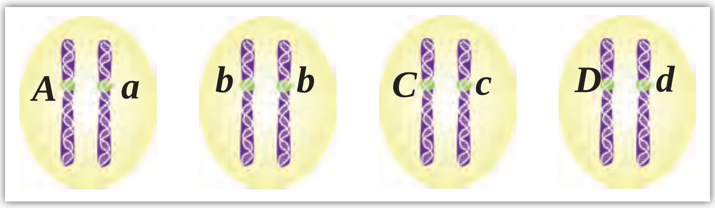
F$_2$ Genotip Oranı	F$_2$ Fenotip Oranı
1/16 SSDD 2/16 SSDd 2/16 SsDD 4/16 SsDd	9/16  Sarı-Düzgün
1/16 SSdd 2/16 Ssdd	3/16 Sarı-Buruşuk
1/16 ssDD 2/16 ssDd	3/16 Yeşil-Düzgün
1/16 ssdd	1/16 Yeşil-Buruşuk

Bunları Biliyor musunuz?

Bağımsız genlerde, heterozigot karakter sayısı eşit olan iki bireyin çaprazlanmasında
Heterozigot karakter sayısı = ***n***
Fenotip çeşit sayısı = $\mathbf{2^n}$
Genotip çeşit sayısı = $\mathbf{3^n}$ *formülleri kullanılarak bulunabilir.*

Örnek

AabbCcDd genotipli bir hücrede alellerin kromozomlar üzerindeki dizilimi verilmiştir.



Buna göre

a) *AbcD*, *abcd*, *ABcd* gamet çeşitlerinin oluşma ihtimali nedir?
b) Oluşabilecek gamet çeşidi kaçtır?

Çözüm

Bağımsız aleller olduğu için canlıya ait her bir karakter ayrı ayrı değerlendirilerek istenilen gametin oluşma ihtimali hesaplanabilir.

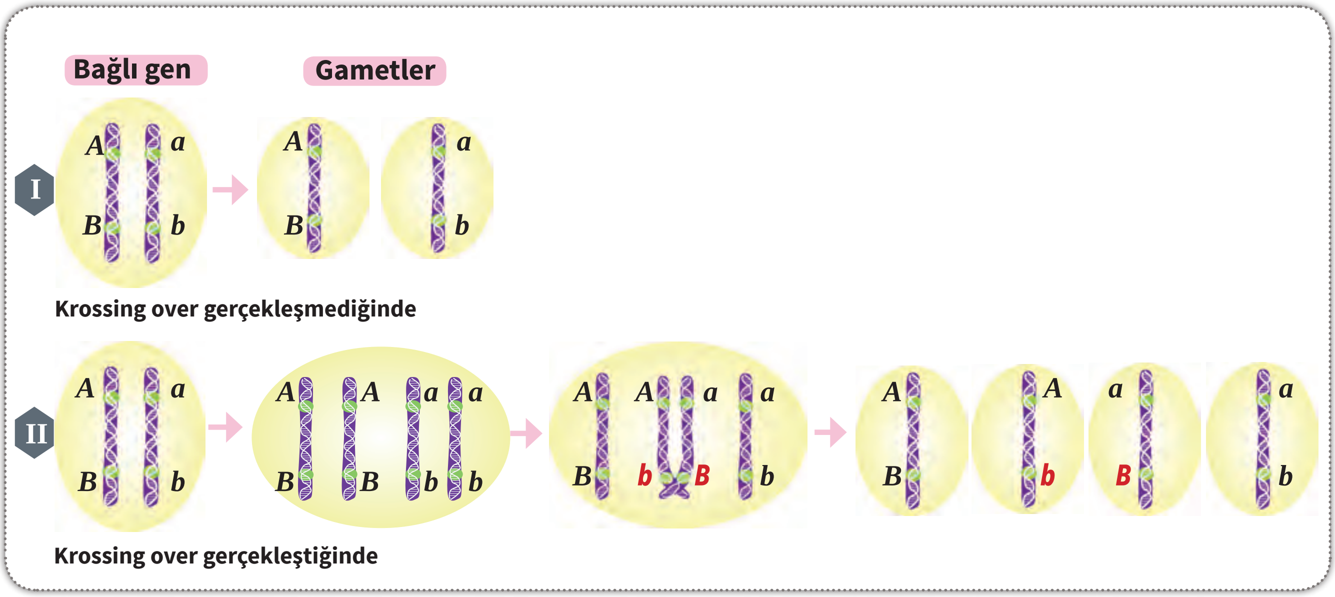
Karakter	*Gamet çeşitleri*	*Belirtilen genin gamete gitme ihtimali*
Aa	→ *A*	1/2
	→ *a*	1/2
bb	→ *b*	1
Cc	→ *C*	1/2
	→ *c*	1/2
Dd	→ *D*	1/2
	→ *d*	1/2

a) *AbcD* gametinin oluşma ihtimali = 1/2 · 1 · 1/2 · 1/2 = 1/8
abcd gametinin oluşma ihtimali = 1/2 · 1 · 1/2 · 1/2 = 1/8
ABcd gametinin oluşma ihtimali = 1/2 · 0 · 1/2 · 1/2 = 0

b) n = heterozigot karakter sayısı
n = 3
2^n = gamet çeşidi
2^3 = 8 çeşit gamet oluşur.

Bağlı Genlerde Gamet Çeşidi Bulma

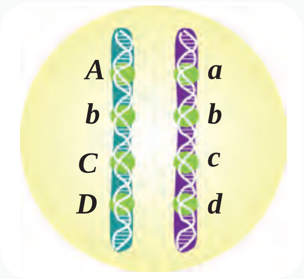
Canlıların gen ve kromozom sayısı incelendiğinde gen sayısının kromozom sayısından çok daha fazla olduğu gözlenmiştir. Bu durum, bir kromozom üzerinde farklı karakterleri belirleyen çok sayıda gen bulunduğu anlamına gelir. Aynı kromozom üzerinde bulunan farklı genlere **bağlı genler** denir. Bağlı genler, aynı kromozom üzerinde bulunduğu için mayoz sırasında aynı gamete birlikte aktarılır. Ancak krossing over ile birbirinden ayrılarak farklı gametlere gidebilir. Örneğin kol ve bacak uzunluğundan sorumlu olan genler bağlı genlerdir. Bu nedenle bir insanın kol ve bacak uzunlukları arasında orantı vardır. Bağlı genlerle yapılan çaprazlama deneylerinde Mendel'in ilkeleriyle farklı sonuçlar elde edilir. Bağlı genlerin varlığı gamet çeşitliliğinin azalmasına yol açar. Ancak krossing over olayı, gamet çeşitliliğinin artmasını sağlar. Çünkü krossing over sonucunda yeni gen kombinasyonlarına sahip kromozomlar oluşur ve gamet çeşitliliği artar (Görsel 2.9).


Bağlı gen
Gametler
I
A
a
B
b
Krossing over gerçekleşmediğinde
II
Krossing over gerçekleştiğinde

Görsel 2.9: Bağlı genlerin kromozom üzerinde gösterimi ve oluşabilecek gamet çeşitleri

Bağlantı grubunda yer alan genlerin tamamının homozigot olması oluşabilecek gamet çeşitliliğini etkilemez. Ancak bir ya da daha fazla heterozigot karakterin olması ve krossing overın gerçekleşmemesi bu genler açısından iki çeşit gamet oluşumuna neden olur. Krossing overın gerçekleşmesi ise genlerin gametlere farklı kombinasyonlarda aktarılmasına neden olacağından gamet çeşitliliğini artırır. Kromozom üzerindeki genler arası mesafe ne kadar fazla ise krossing over gerçekleşme ihtimali de o kadar artar.

Örnek



AabbCcDd genotipindeki canlıda *AbCD* bağlı genlerdir.

Bu canlıda

a) Krossing over gerçekleşmediğinde kaç çeşit gamet oluşur?
b) Krossing over gerçekleştiğinde kaç çeşit gamet oluşur?

Çözüm

a) *abcd* alelleri bağlı olduğu için bir gamete, *AbCD* alelleri ise diğer gamete geçer ve gamet çeşidi 2 olur.

b) Krossing over gerçekleşirse gamet çeşidi sayısı bağımsız genlerdeki gibi 2^n formülü ile hesaplanır.
n = heterozigot karakter sayısı
n = 3 $2^3 = 8$ çeşit gamet oluşur.

Kontrol Çaprazlaması (Test Çaprazlaması)

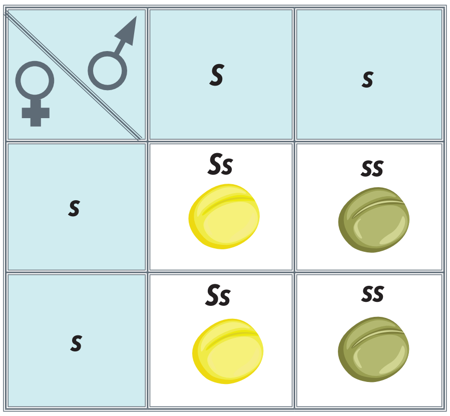
Baskın fenotipli bir özelliğin genotipinin homozigot mu yoksa heterozigot mu olduğunu belirlemek için aynı özelliğin homozigot resesifi ile çaprazlanmasına **kontrol çaprazlaması** (test çaprazlaması) denir. Örneğin bezelyelerde sarı tohumlu olma özelliği baskın, yeşil tohumlu olma özelliği çekiniktir.

***S*:** Sarı tohum rengi aleli ***s*:** Yeşil tohum rengi alelini ifade eder.

Sarı tohumlu (baskın fenotipli) bir bezelye *SS* (homozigot dominant) veya *Ss* (heterozigot) genotipine sahip olabilir. Genotipi belirlenmek istenen sarı tohumlu bezelye, yeşil tohumlu *ss* (homozigot resesif) bir bezelye ile çaprazlanır (Tablo 2.5).

Tablo 2.5: Kontrol Çaprazlaması

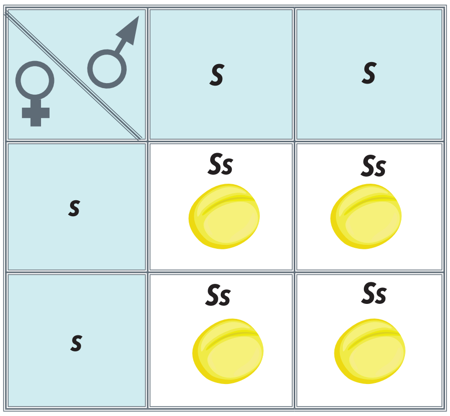
F_1: Ss x ss
Ss, Ss, ss, ss



♀ \ ♂	S	s
s	Ss	ss
s	Ss	ss

Çaprazlama sonucu yeşil tohumlu (çekinik) bezelyelerin oluşması, genotipi belirlenmeye çalışılan bezelyenin heterozigot (*Ss*) olduğunu gösterir.

F_1: SS x ss
Ss, Ss, Ss, Ss



♀ \ ♂	S	S
s	Ss	Ss
s	Ss	Ss

Çok defa yapılan çaprazlamalar sonucu sarı tohumlu (baskın) bezelyelerin oluşması, genotipi belirlenmeye çalışılan bezelyenin muhtemelen homozigot (*SS*) olduğunu gösterir.

Aleller Arasında Dominantlığın Derecesi

Canlılarda bazı özelliklerin ortaya çıkmasından sorumlu alellerin her zaman dominant veya resesif olması söz konusu değildir. Bu durumda tam baskınlıkta görülen genotip ve fenotip oranlarından daha farklı sonuçlar ortaya çıkar. Bunlar eş baskınlık, eksik baskınlık, çok alellilik ve pleiotropizm olarak sıralanabilir.

Eş Baskınlık (Kodominantlık)

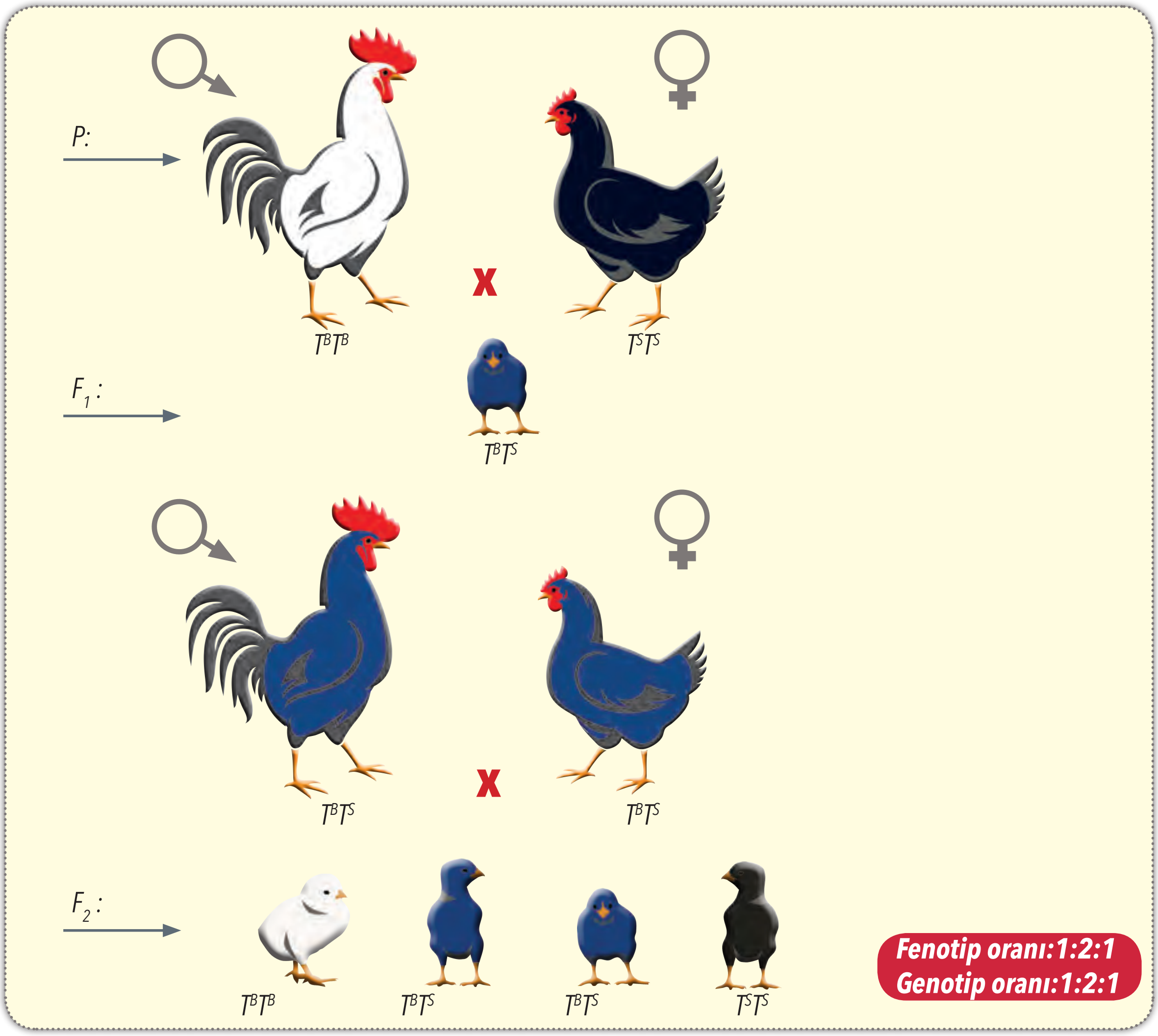
Heterozigot durumda olan iki alelin etkisini fenotipte birlikte göstermesi durumudur. Aleller arasında baskınlık veya çekiniklik söz konusu değildir. Bu duruma örnek olarak insandaki AB ve MN kan grupları verilebilir. Kan grupları alyuvar hücrelerinin zarında bulunan özel moleküller tarafından oluşturulur. Bu moleküller kişiye biyokimyasal bir kimlik kazandırır ve doğal antijen olarak adlandırılır. Örneğin A kan grubuna sahip olan bir insanın alyuvarının hücre zarında A antijeni, B kan grubuna sahip insanda B antijeni, AB kan grubuna sahip insanda A ve B antijenleri bulunurken O kan grubunda hiçbir antijen bulunmaz. A ve B antijenlerini belirleyen aleller arasında eş baskınlık olduğu için bu iki alel bir araya geldiğinde kişinin kan grubu AB olur. Alyuvarlarda A ve B antijenlerinin haricinde M ve N antijenleri de bulunur. M ve N antijenlerinin alelleri de birbirine eş baskındır. Bu durumda *MM* alelleri taşıyan bireyler M kan grubuna, *NN* alelleri taşıyanlar N kan grubuna, *MN* alelleri taşıyan bireyler MN kan grubuna sahiptir (Tablo 2.6). Bu aleller bakımından heterozigot (*MN*) olan iki bireyin çaprazlanması sonucunda hem genotip hem de fenotip ayrışım oranı eşit çıkar yani 1:2:1 olur. Canlının genotipi, fenotipine aynen yansır.

Tablo 2.6: MN Kan Grubunun Kalıtımı

Fenotip (Kan grubu)	*Genotip*	*Alyuvar zarındaki antijen (Aglütinojen)*
M	***MM***	**M**
N	***NN***	**N**
MN	***MN***	**M ve N**

Eksik Baskınlık

Eksik baskınlıkta bir karakteri belirleyen farklı aleller arasında baskınlık ve çekiniklik yoktur. Bu iki alel bir araya geldiğinde farklı bir ara fenotip ortaya çıkar. Örneğin Endülüs tavuklarında siyah tüylülük geni (T^S) ve beyaz tüylülük geni (T^B) olmak üzere tüy rengini belirleyen iki çeşit alel vardır. Siyah tüylü bir Endülüs tavuğu ile beyaz tüylü bir Endülüs horozu çiftleştiğinde mavi tüylü yavrular (F_1 kuşağı) oluşmaktadır. F_1 kuşağı kendi arasında çaprazlandığında oluşan F_2 kuşağında siyah, mavi ve beyaz tüylü yavruların oluştuğu gözlenir. Bu türde mavi tüylü olmayı sağlayan bir gen yoktur. Peki, yavrular nasıl mavi tüylü olmaktadır? Çünkü siyah ve beyaz tüylü olma alelleri eksik baskınlık göstermektedir. Bu genlerin bir arada bulunması (T^BT^S) farklı bir fenotipin oluşmasına neden olmaktadır (Görsel 2.10).



Görsel 2.10: Endülüs tavuklarında tüy rengi ile ilgili çaprazlama

Bunun dışında akşamsefası ve aslanağzı gibi bitkilerin çiçek renkleri ile sığırlarda kıl renginden sorumlu aleller arasında eksik baskınlık görülür (Görsel 2.11).

Görsel 2.11: Kırmızı ve beyaz çiçekli akşamsefaları çaprazlandığında pembe çiçekli akşamsefaları oluşur.

Örnek

Kırmızı çiçekli akşamsefası ile beyaz çiçekli akşamsefasının çaprazlanmasından meydana gelen F_2 dölü ile ilgili

I. Çaprazlama sonucu üç çeşit genotip meydana gelir.
II. Kırmızı çiçekli akşamsefasının çiçek geni bakımından tek çeşit gamet oluşturur.
III. Çaprazlama sonucunda fenotip oranı 1:2:1 olur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) I ve II
D) II ve III
E) I, II ve III

Çözüm

Cevap E seçeneğidir. Akşamsefası bitkisinde kırmızı ve beyaz çiçek geni birbirine eksik baskındır. Bu sebeple F2 dölünde üç çeşit genotip olur, fenotip oranı ise 1:2:1'dir. Kırmızı çiçekli akşamsefasında çiçek geni bakımından tek çeşit gameti oluşur.

Çok Alellik

Klasik Mendel genetiğinde bir genin aktarımından iki alel sorumludur (*S* ve *s* gibi). Fakat bazı özelliklerin belirlenmesinde tür içinde ikiden fazla alel çeşidi etkili olabilir. Örneğin insan kan gruplarının ortaya çıkmasından üç farklı alel (*A, B* ve *O*) sorumludur.

Alyuvar zarında bulunan antijene göre A antijeni taşıyan bir birey, A kan grubu; B antijeni taşıyan birey, B grubu; hem A antijeni hem de B antijeni taşıyan birey, AB kan grubuna sahiptir. Ancak hiç antijen taşımayan bireyler, O kan grubuna sahip olur.

Kan gruplarının çeşitlerine göre plazmada antijen uyarısına cevap veren proteinler vardır. Bu proteinlere **antikor** denir. A kan grubuna sahip bir bireyin kan plazmasında anti-B, B kan grubuna sahip bir bireyin kan plazmasında anti-A vardır. Diğer yandan O kan grubundan olan bir bireyin kan plazmasında hem anti-A hem de anti-B bulunur. Ancak AB kan grubundan olan bireylerin kan plazmasında bu antijenlere karşı antikor bulunmaz.

A, B ve *O* alelleri kendi aralarında değerlendirildiğinde "*A* ve *B*" alelleri "*O*" aleli üzerinde dominant etkiye sahiptir. *A* ve *B* alelleri arasında dominantlık olmayıp bunlar birbirine eş baskındır. "*O*" aleli, homozigot resesif durumda olduğu zaman özelliğini ortaya çıkararak bireylerin "*O*" kan grubuna sahip olmasına neden olur. (Tablo 2.7).

Tablo 2.7: ABO Kan Grubu Sisteminin Üç Farklı Alelle Kalıtımı

Fenotip (Kan grubu)	Genotip		Alyuvar Zarındaki Antijen	Plazmadaki Antikor
	Homozigot	Heterozigot		
A	AA	AO	A	anti-B
B	BB	BO	B	anti-A
AB	–	AB	A ve B	Yok
O	OO	–	Yok	anti-A ve anti- B

Kan gruplarının kalıtımında A, B ve O sisteminin yanı sıra Rh faktörü de bulunmaktadır. Rh ilk defa *Rhesus* (Resuz) cinsi maymunların alyuvarında rastlanılmış bir proteindir. İnsan alyuvarlarında da bulunan bu protein baskın bir genin (*R*) etkisiyle oluşmaktadır. Bu proteinleri bulunduran bireyler, Rh^+ (Rh pozitif) fenotipinde olup homozigot "*RR*" ve heterozigot "*Rr*" genotipe sahip olabilir. Bu proteini bulundurmayan bireyler ise Rh^- (Rh negatif) fenotipinde olup "*rr*" genotipindedir. İnsanların Rh faktörü bakımından sahip olabilecekleri fenotip ve genotipler Tablo 2.8'de verilmiştir.

Tablo 2.8: Rh Faktörünün Kalıtımı

Fenotip (Kan grubu)	Genotip	Alyuvar Zarındaki Antijen
Rh^+	RR, Rr	Rh antijeni
Rh^-	rr	–

Rh^- kan gruplu bir anne, Rh^+ kan gruplu bir bebeğe gebe kalırsa anne ve bebek arasında Rh uyuşmazlığı (kan uyuşmazlığı = *eritroblastosis fetalis*) gelişebilir. Doğum sırasında bebekten anne kanına geçen Rh^+ faktörü, annenin bağışıklık sistemini uyarır ve Rh^+ faktörüne karşı antikor (anti- D veya anti- Rh) üretimi başlar. Gebelik sonrası annede üretilen bu antikorlar Rh^+ kan gruplu bebeklere geçer ve bebeklerin kan hücrelerini parçalar. Alyuvarların parçalanma oranına göre bebek ya ölü doğar ya belli hasarlara bağlı olarak düşük olur. Eğer bebek doğarsa sarılık, anemi, beyin hasarı ve kalp yetmezliği görülebilir. Bu durum tedavi edilmediğinde bebeğin hayatını kaybetmesine neden olabilir.

Rh uyuşmazlığı annenin ilk gebeliğinde genellikle bir sorun oluşturmaz. Çünkü annede antikorların oluşması ve bebeğe geçmesi sürecinde zaten doğum olayı gerçekleşmiş olur. Bundan sonraki gebeliklerde bebek Rh+ kan gruplu ise annede ilk gebelikte oluşan antikorlar bebeğin kanına karışarak Rh uyuşmazlığına bağlı sağlık sorunlarının ortaya çıkmasına sebep olur.

Örnek

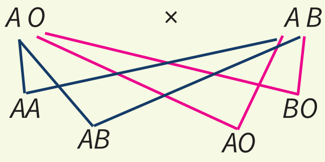
***AOrr* genotipli anneyle *ABRr* genotipli babanın**

a) Kan grubu fenotipi A olan kız çocuklarının olma ihtimali kaçtır?

b) Çocuklarında Rh uyuşmazlığının görülme ihtimali kaçtır?

Çözüm

a.



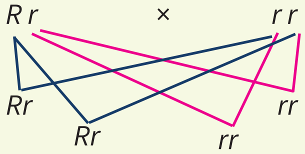
1/4 *AA*
1/4 *AB*
1/4 *AO*
1/4 *BO*

oranında genotipli bireyler oluşur.

A kan gruplu çocuklarının olma ihtimali 1/2'dir.

A kan grubuna sahip kız çocuklarının olma ihtimali 1/2 · 1/2=1/4'tür.

b.



2/4 *Rr*
2/4 *rr*

oranında genotipli bireyler oluşur.

Kan uyuşmazlığı görülmesi için çocuğun Rh^+ olması gerekmektedir. Dolayısıyla Rh uyuşmazlığı 2/4 yani 1/2'dir.

Kan grupları dışında tavşanlardaki kıl (post) kalıtımı ve sirke sineğinin [*Drosophila melanogaster* (Dırosofila melanogaster)] göz rengi kalıtımı çok alelliliğe örnek olarak verilebilir. Sirke sinekleri normalde kırmızı göz rengine sahiptir. Fakat bazen beyaz, parlak kırmızı, vişne rengi, fildişi ya da kayısı rengi gözleri olan sirke sinekleri de görülebilir (Görsel 2.12). Bu göz renkleri farklı aleller tarafından kontrol edilir. Kırmızı göz rengi diğer tüm göz renkleri üzerinde dominanttır. Ancak heterozigot durumda diğer iki alel bir arada bulunursa farklı göz renkleri ortaya çıkar.

Görsel 2.12: *Drosophila melanogasterde* çok alellilikle ortaya çıkan farklı göz renkleri

Sıra Sizde

Baskın genlerin belirlediği özelliklerin ortaya çıkma olasılığı daha yüksek olmasına rağmen bazı çekinik özelliklerin yaygın olması nasıl açıklanır? Araştırarak sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

Bunları Biliyor musunuz?

Bir özelliğin aktarımından sorumlu alel sayısı biliniyorsa bu alellerin meydana getireceği genotip çeşidi sayısı bulunabilir. $n(n + 1)/2$ formülü ile oluşacak toplam genotip çeşidi sayısı hesaplanır. Burada “n” alel sayısını ifade eder. Kan gruplarının oluşumunda A, B ve O alelleri etkili olduğuna göre

$n = 3$

$3 \cdot (3 + 1)/2 = 6$ çeşit genotip oluşur. Bunlar AA, AO, BB, BO, AB ve OO’dır. Bu genotipler A, B, AB ve O *fenotipinde dört çeşit kan grubunu oluşturur.*

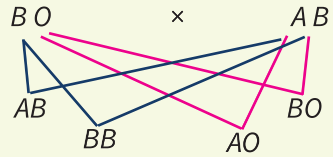
Örnek

Bir ailede anne B Rh^+ baba ise AB Rh^- kan grubunda ise ve bu ailenin 1. çocukları A Rh^- ise
a) 2. çocuklarının kaç çeşit genotipte olma ihtimali vardır?
b) AB Rh^- çocuklarının olma ihtimali nedir?

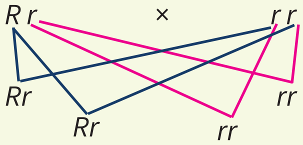
Çözüm

Bu ailenin 1. çocuklarının A Rh^- olması annenin kan grubu bakımından B 0 Rr olduğunu gösterir.

a.



1/4 *BB*
1/4 *AB*
1/4 *AO*
1/4 *BO*
oranında genotipli bireyler oluşur.



2/4 *Rr*
2/4 *rr*
oranında genotipli bireyler oluşur.

Kan grubu bakımından 4 çeşit, Rh bakımından 2 çeşit genotip oluşur. Toplam genotip çeşidi $4 \cdot 2 = 8$’dir.

b. *AB = 1/4*
Rh^- = 1/2
AB Rh^- = 1/4 . 1/2 = 1/8'dir.

Pleiotropi

Bir genin birden fazla fenotipik etkiye sahip olmasına **pleiotropi** denir. Örneğin Siyam kedilerinde bacakların koyu renkli, gövdenin ise açık renkli olmasına neden olan bir alel bulunmaktadır (Görsel 2.13). Bu alel aynı zamanda Siyam kedilerinin gözlerinin şaşı olmasına da neden olur. İnsanda orak hücreli anemi (alyuvarların orak görünümünde olması) hastalığına yol açan alel, heterozigot durumda bulunduğu bireylerin sıtmaya karşı dirençli olmasını sağlamaktadır. Yine insanda kistik fibrozis hastalığına sebep olan gen, resesif alelle aktarılır. Bu özellik bakımından homozigot olan bireylerde hücrelerden aşırı mukus salgılanır ve birçok organda birikir. Biriken mukus kronik bronşit ve bakteri kökenli hastalıklara yol açarak pleiotropik etki göstermiş olur.

Görsel 2.13: Siyam kedisi

Mendel Çaprazlamaları

Sıra Sizde

İnsanda pleiotropik etkiye sahip başka genler var mıdır? Araştırarak arkadaşlarınızla sınıf ortamında paylaşınız.

Bunları Biliyor musunuz?

Orak hücreli anemi, çoğunlukla Akdeniz ve Afrika ülkelerinde görülmektedir. Ülkemizde de görülen bu rahatsızlıkta disk şeklinde olması gereken alyuvar hücreleri orak şeklini alır. Bunun sebebi, hemoglobinin yapısındaki altı numaralı aminoasitte meydana gelen kalıtsal bir bozukluktur. Orak şeklini almış alyuvarlar, kan damarlarının içinde kristalleşerek birikir ve tıkanmalara sebep olur. Tıkanan kan damarlarından dokulara ve organlara yeterli kan aktarılamaz. Meydana gelen dolaşım bozukluğu sonucunda hücre ve doku ölümleri, iskelet sisteminde bozukluklar, hâlsizlik, çeşitli enfeksiyonlar ve buna bağlı yüksek ateş görülür. Ayrıca karaciğer de işlevlerini kaybederek sarılık hastalığının ortaya çıkmasına neden olur.

Ana Düşünce

- *Kalıtımın temel ilkelerini, Mendel'in bezelyeler üzerinde yaptığı çalışmaların sonucu oluşturur.*
- *Canlılarda karakterlerin oluşumundan kromozomlar üzerindeki aleller sorumludur.*
- *Çaprazlama, iki farklı bireyden gelen üreme hücrelerinin birleşmesidir.*
- *Karakterlerin oluşumunda bazı aleller aynı, bazı aleller farklı derecede etkilidir.*

Okuma Metni

UZUN YAŞAMANIN SIRRI

Uzmanlar ailede 100 yaş ve üzeri birey sayısı ne kadar fazla ise ailedeki diğer bireylerin de uzun yaşamaya genetik yatkınlığının o kadar fazla olduğunu vurguluyor. ABD ve İngiltere'de gerçekleştirilen çalışmalar asırlık insanların kardeşlerinin de 90 yıl ve daha uzun süre yaşadığını, ayrıca asırlık insanların yaklaşık %90'ının hiçbir hastalığı olmadan 93 yaşına ulaştığını gösteriyor. Peki, hangi genetik ve biyokimyasal etkenler uzun yaşamayı mümkün kılıyor?

Uzmanlar, uzun ve sağlıklı yaşamaya katkısı olduğunu düşündükleri 150 gen parçası varyasyonu tespit etmiş. Gen parçalarında meydana gelen varyasyonların bazı hastalıklarla ilgili olumsuz etkenleri baskıladığı tahmin ediliyor. Genlerinde bu varyasyonlar bulunan kişilerin 100 yıl ve daha üzerinde yaşam sürdürdüğü belirtiliyor. Özellikle uzun yaşam geni olarak bilinen FOXO3A genindeki varyasyon, 100 yaş üzeri kişilerdeki gen analizinde sıklıkla belirlenmiş. Kişilerde bu gen varyasyonlarının bulunup bulunmadığı kan örneği analiziyle %77'lik doğruluk payıyla tespit edilebiliyor. Boston Üniversitesinden araştırmacılar, uzun ömürlü (95-119) 1055 kişi ile ve 1267 kişilik kontrol grubuyla (95 yaş altı) yaptıkları çalışmada her yedi kişiden birinde yani toplumun %15'inde bu varyasyonların bulunabileceğini ortaya çıkardı fakat istatistiksel hesaplamalar bu oranın sadece %1 olduğunu gösteriyor. Muhtemelen alkol ve sigara alışkanlığı, stres, olumsuz hayat şartları, az uyuma, hareketsizlik, kötü beslenme alışkanlığı, hastalıklar, kazalar ve savaşlar nedeniyle erken yaşlarda ölen insanların arasında bu gen varyasyonlarını taşıyan bireyler eğer yaşasaydı 100 yaşını görebilecek olanlar vardı. Ayrıca asırlık insanlarda, kromozomların sağlam yapılı olmasını sağlayan ve hücrelerin yaşlanmasını engelleyen telomeraz enziminin farklı bir tipinin bulunduğu belirlenmiş.

Bilimsel çalışmaların sonuçları, uzun yaşamanın genetik ve çevresel faktörlere bağlı olduğunu belirtiyor. Ancak tek yumurta ikizleriyle yapılan çalışmalar, genlerin uzun ömürlü olmaktaki payının sadece %20-30 civarında olduğunu gösteriyor. Böylece uzun ve sağlıklı yaşamdaki en büyük etkenin % 80'lik katkı payıyla çevresel koşullar olduğunu anlıyoruz. 1800'lü yıllarda birçok ülkede, ortalama insan ömrü 44 yıl iken günümüzde çevresel şartların iyileştirilmesi ile bu rakam 80'e kadar çıkmış durumda. İnsan hücreleri kendini kopyalayarak yenilenir. Her kopyalama sırasında kromozomların ucunda bulunan telomerler bir miktar kısalır. Telomerlerin kısalması da yaşlanma anlamına gelir. Çevresel faktörler telomerlerin kısalmasını yani yaşlanmayı hızlandırabilir. Örneğin soluduğumuz kirli hava ve sigara içmek akciğer hücrelerinin tahribatına sebep olur. Zarar gören hücreler, kendini zamanından önce kopyalayarak yenilemeye çalışır. İşte bu zamanından önce gerçekleşen yenilenmeler, telomerlerin normalden daha çabuk kısalmasına ve daha çabuk yaşlanmaya sebep olur.

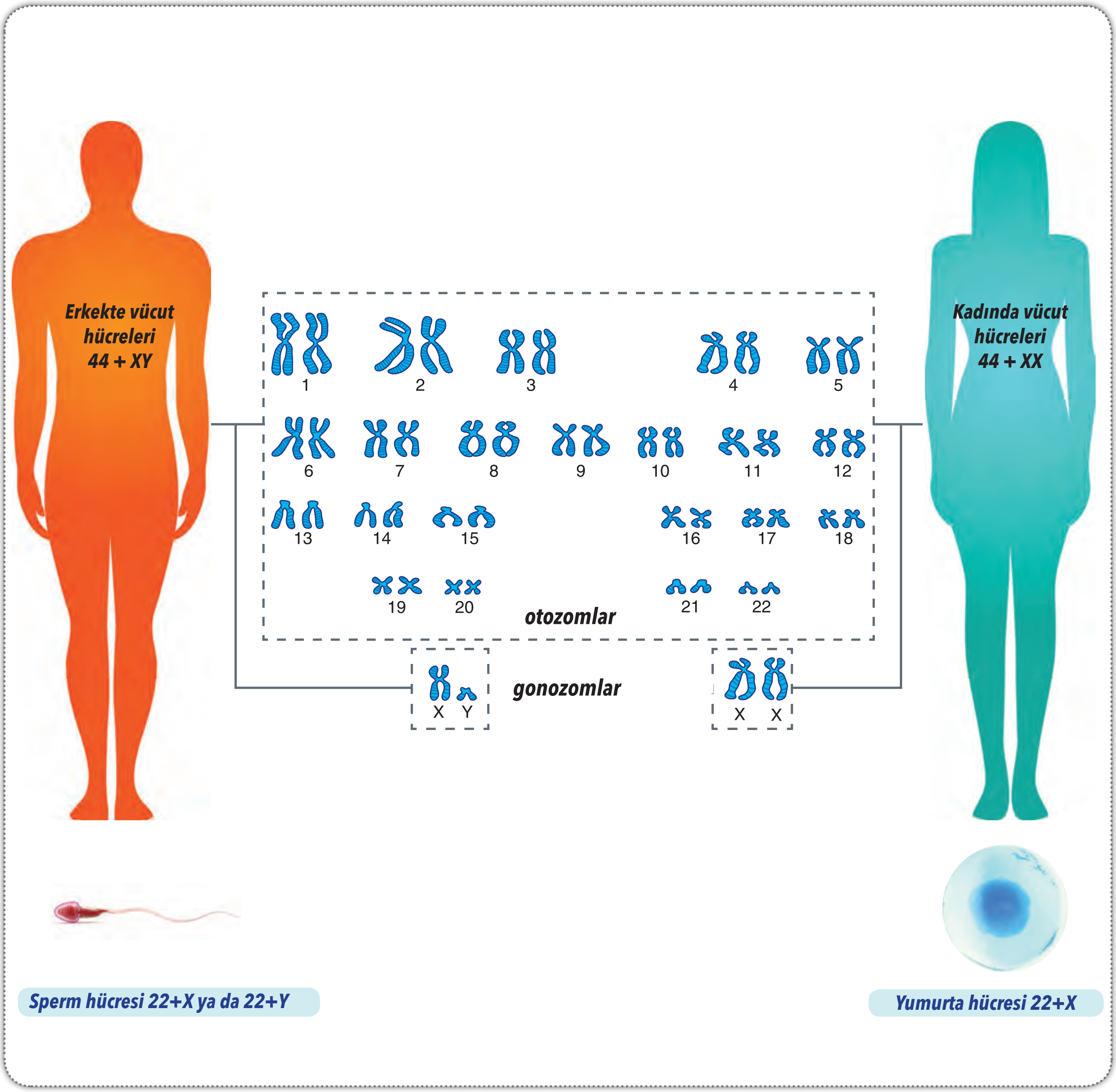
Sonuç olarak çevresel koşullar, hayat tarzı ya da beslenme alışkanlıkları erken yaşlarda ne kadar iyileştirilirse insanların gelecekte de o kadar uzun, huzurlu ve sağlıklı bir hayat yaşayacağı kesin.

Bilim ve Teknik Dergisi, 2017, Sayı: 595.
(Düzenlenmiştir.)

Eşeye (Cinsiyete) Bağlı Kalıtım

Kalıtımda kullanılan kavram ve terimler birbirleriyle ilişkilidir. Örneğin çok sayıda nükleotit bir araya gelerek genleri, genler de bir araya gelerek DNA'yı oluşturur. DNA da kromozomların yapısında yer alır.

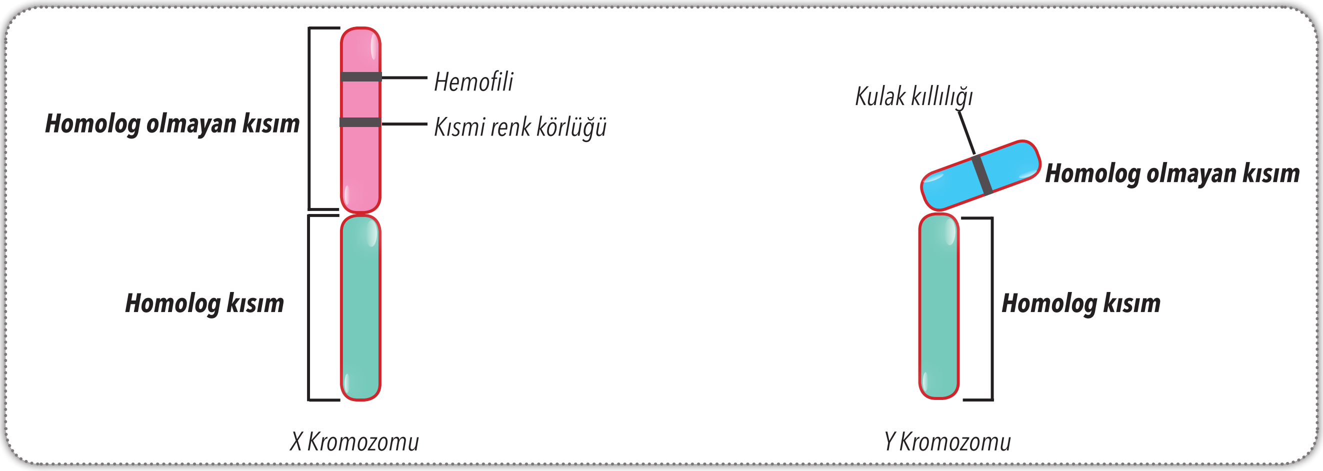
Erkek ve dişilerde gözlenen çok sayıda anatomik ve fizyolojik farklılığın kromozomal bir temeli vardır. Canlılarda bulunan kromozomların bazıları yalnızca vücut özelliklerine ait genler taşırken bazıları hem vücut özelliklerine ait genleri hem de cinsiyetin belirlenmesini sağlayan genleri taşır. Biri anadan, diğeri babadan gelen homolog kromozomlar hücre bölünmesi sırasında kendini eşleyerek kromatitli hâle gelir. Sadece göz rengi ve kan grubu gibi vücut özelliklerinden sorumlu olan kromozom çiftlerine **otozom** (vücut kromozomları), cinsiyetin belirlenmesini sağlayan kromozom çiftlerine ise **gonozom** (eşey kromozomları) denir (Görsel 2.14).


Erkekte vücut hücreleri 44 + XY
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
otozomlar
21
22
Kadında vücut hücreleri 44 + XX
gonozomlar
X
Y
X
X
Sperm hücresi 22+X ya da 22+Y
Yumurta hücresi 22+X

Görsel 2.14: İnsanda otozom ve gonozomlar

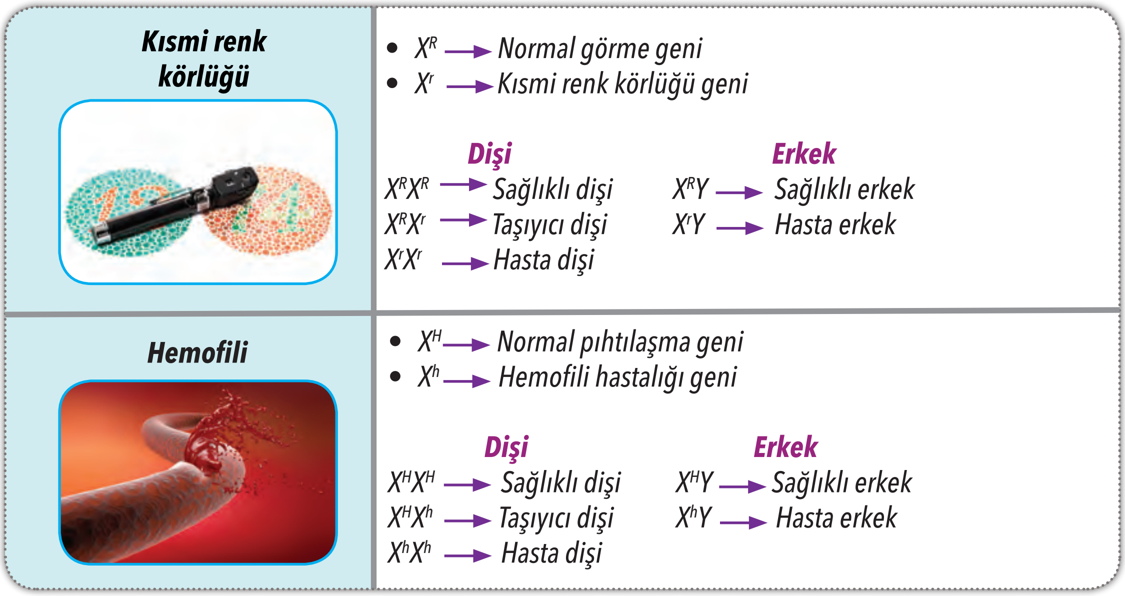
İnsanın vücut hücrelerinde 46 kromozom bulunur. Bu kromozomların 44'ü otozom, diğer ikisi ise gonozomdur. Gonozomlar, *X* ve *Y* ile gösterilir. İnsanda erkeğin vücut hücreleri 44+*XY*, üreme hücreleri ise 22+*X* ve 22+*Y* kromozomludur. Dişilerin vücut hücreleri 44+*XX*, üreme hücreleri ise 22+*X* kromozomludur. Dişilerde tek çeşit gonozom olduğu için yumurtada her zaman *X* bulunur. Bu nedenle bir yavrunun cinsiyeti yumurtayı dölleyen sperm hücresinin *X* ya da *Y* kromozomu taşımasına bağlıdır.

X ve *Y* kromozomları farklı şekil ve büyüklüktedir. Bu kromozomların homolog (eş) ve homolog olmayan kısımları vardır. Homolog kısımlarda aynı karaktere etki eden aleller çiftler hâlinde bulunur. Homolog olmayan kısımlarda ise farklı karakterlere etki eden ve tek hâlde bulunan genler vardır (Görsel 2.15).



Görsel 2.15: *X* ve *Y* kromozomlarının homolog ve homolog olmayan kısımlarında taşınan karakterler

Her bir eşey kromozomu üzerinde yer alan gene **eşeye bağlı gen** denir. *X* kromozomu üzerinde yaklaşık 1100 tane genin bulunduğu belirlenmiştir. Bu genlere ***X*'e bağlı genler** denir. Erkek ve dişilerde farklı sayıda *X* kromozomu bulunduğu için bu genlerin kalıtımı, otozomlar üzerinde yer alan genlerden farklıdır. Gonozomlar eşeyle ilgili genleri taşır, aynı zamanda *X* gonozomunda vücutta gerçekleşen metabolik faaliyetlerle ilgili genler de bulunur. Bu nedenle hem erkeklerde hem de dişilerde *X* gonozomu bulunmak zorundadır. Babalar *X*'e bağlı alelleri tüm kızlarına aktarır fakat erkek çocuklarına aktarmaz. Anneler ise *X*'e bağlı genlerini hem erkek hem kız çocuklarına aktarabilir. *X*'e bağlı bir özellik çekinik alelden kaynaklanıyorsa bir dişi sadece homozigot olduğu durumda bu özelliği fenotipte gösterecektir. Erkeklerde sadece bir tane *X* kromozomu bulunduğundan bu resesif özelliği *X* kromozomu üzerinde taşıması bu karakterin fenotipte görülebilmesi için yeterlidir. Annesinden çekinik aleli alan bir erkek, bu özelliği fenotipinde gösterir. Bu sebeple *X*'e bağlı çekinik olarak aktarılan hastalıklara erkeklerde dişilerden daha sık rastlanır. Yine de bu hastalıkları taşıyan dişiler de vardır. Kısmi renk körlüğü ve hemofili, *X*'e bağlı olarak çekinik kalıtılan hastalıklardır (Görsel 2.16). Kısmi renk körleri, kırmızı ve yeşil renkleri ayırt edemez. Hemofili ise kanın pıhtılaşması için gerekli olan bir ya da daha fazla proteinin eksikliğinden kaynaklanan kalıtsal bir hastalıktır. Bu nedenle hemofili hastası bir kişi yaralandığı zaman pıhtı oluşumu gecikir ve kanama uzun sürer. Hemofili hastası bireylere damardan verilen eksik proteinin enjeksiyonu ile tedavi edilebilir.



- X^R → Normal görme geni
- X^r → Kısmi renk körlüğü geni

Dişi	Erkek
X^RX^R → Sağlıklı dişi	X^RY → Sağlıklı erkek
X^RX^r → Taşıyıcı dişi	X^rY → Hasta erkek
X^rX^r → Hasta dişi	

- X^H → Normal pıhtılaşma geni
- X^h → Hemofili hastalığı geni

Dişi	Erkek
X^HX^H → Sağlıklı dişi	X^HY → Sağlıklı erkek
X^HX^h → Taşıyıcı dişi	X^hY → Hasta erkek
X^hX^h → Hasta dişi	

Görsel 2.16: Kısmi renk körlüğü ve hemofili

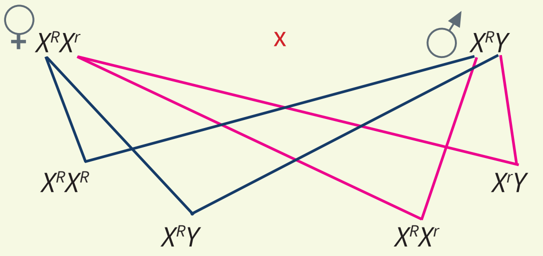
Y kromozomu üzerinde yer alan genler ***Y*'ye bağlı genler** olarak bilinir. *Y* kromozomuna bağlı olarak taşınabilen özelliklere örnek olarak kulak kıllılığı verilebilir. *Y* kromozomunun *X* kromozomu ile homolog olmayan kısmında taşınan bu karakterler sadece erkeklerde ortaya çıkar. Babada bu özellik varsa erkek çocuklarında %100 ortaya çıkar.

Örnek

Babası kısmi renk körü olan sağlıklı bir kadının kısmi renk körü olmayan bir erkekle evliliğinden doğacak çocuklarının kısmi renk körlüğü bakımından genotip ve fenotipleri nasıl olur?

Çözüm

Babası kısmi renk körü olan ve sağlıklı gören bir kadın, kısmi renk körlüğü bakımından taşıyıcıdır ($X^R X^r$). Bu kadının kısmi renk körlüğü bakımından sağlıklı bir erkekle (X^RY) evliliğinden doğacak çocukların genotipleri çaprazlama yapılarak aşağıdaki gibi bulunabilir.



X^RX^r x X^RY

X^RX^R → Sağlıklı dişi (1/4)

X^RY → Sağlıklı erkek (1/4)

X^RX^r → Taşıyıcı dişi (1/4)

X^rY → Kısmi renk körü erkek (1/4)

Okuma Metni

KISMİ RENK KÖRLÜĞÜNÜN SEBEBİ

Kısmi renk körlüğü, bazı renklerin doğru algılanamamasıdır ve kısmi renk körlüğünün farklı türleri vardır. Kısmi renk körlüğünün nasıl ortaya çıktığını anlayabilmek için ilk olarak nasıl gördüğümüz sorusunu cevaplamak yararlı olabilir. Güneş'ten ya da yapay bir ışık kaynağından çıkan ışınlar bir nesneyle etkileştiğinde bazı dalga boyundaki ışınlar soğurulurken bazıları yansıtılabilir. Nesnelerden yansıyan ya da doğrudan bir ışık kaynağından yayılan ışınlar göze ulaştıktan sonra korneadan girerek göz merceği tarafından gözün arkasındaki retinaya odaklanır. Retinada ışığa karşı duyarlı olan fotoreseptörler bulunur. Bu reseptörlerin çubuk ve koni olarak isimlendirilen iki türü vardır. Bu hücrelerin içinde, ışığı soğurduğunda yapısında kimyasal değişimler meydana gelen pigmentler bulunur. Bu değişim bir elektrik sinyalinin oluşmasına neden olur. Çubuk hücrelerinde bir, koni hücrelerinde üç tür pigment bulunur. Koni hücrelerindeki pigmentler elektromanyetik spektrumun (elektromanyetik tayf) farklı bölgelerindeki (kırmızı, yeşil ve mavi) ışınlara karşı duyarlıdır. Farklı dalga boylarındaki ışık, koni hücrelerini farklı derecelerde uyarır. Beyin bu hücrelerden gelen sinyalleri birleştirerek farklı renklerin algılanmasını sağlar. Çubuk hücreleri ise sadece ışığı algılar ve düşük yoğunluktaki ışınlara karşı bile duyarlıdır. Fotoreseptörlerdeki pigment eksikliği ve bu hücrelerin işlevlerini düzgün şekilde yerine getirmemesi nedeniyle kısmi renk körlüğü ortaya çıkabilir. Kısmi renk körlüğünün bir sebebi kırmızı koni hücrelerinin işlevlerini düzgün olarak yerine getirmemesidir. Bu durumda kırmızı, turuncu ve sarı renkler; yeşil tonlarında algılanır ve renkler çok parlak görünmez. Kısmi renk körlüğünün diğer bir nedeni düzgün çalışan kırmızı koni hücrelerinin bulunmamasıdır. Bu durumda kırmızı renk algılanamaz, sarı ve yeşil renkler ise sarı olarak görülür. Yeşil koni hücrelerinin düzgün çalışmaması durumunda ise sarı ve yeşil renkler kırmızı tonlarda algılanır. Düzgün çalışan yeşil koni hücrelerinin bulunmaması durumunda ise kırmızı tonlardaki renkler kahverengi, sarı; yeşil ise bej olarak görülür. Mavi koni hücrelerinden kaynaklanan renk körlüğü problemi, kısmi renk körlüğüne göre daha nadirdir. Mavi koni hücreleriyle ilgili bir problem olması durumunda mavi renkler yeşil tonlarda algılanır. Her üç koni hücresinde de bir sorun olması durumunda ise sadece siyah, beyaz ve gri renkler görülür.

Bilim Teknik Dergisi, 2016, Sayı: 585.
(Düzenlenmiştir.)

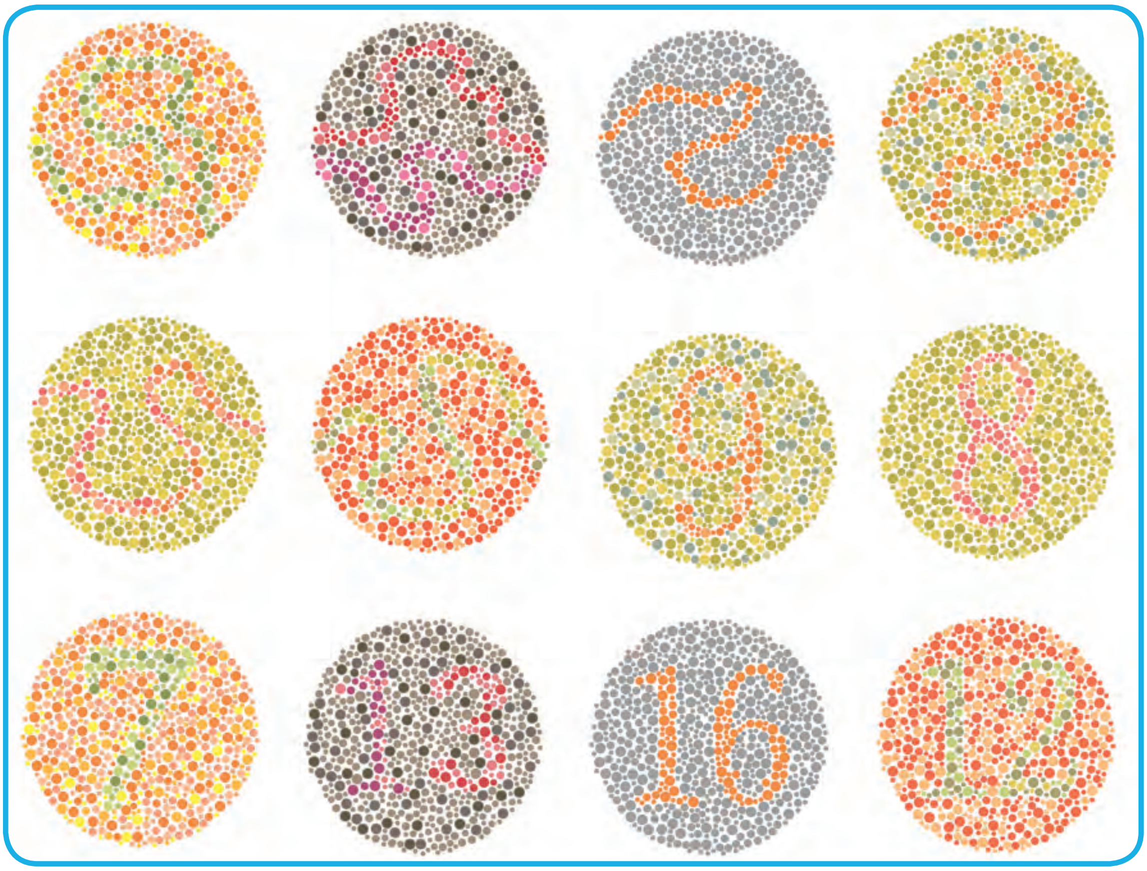
Sıra Sizde

- *Kısmi renk körlüğü kalıtsal bir hastalık olup bu hastalığa sahip kişilerin bazı meslek gruplarını tercih etmeleri sakıncalı olabilmektedir. Bu meslek grupları nelerdir? Araştırıp sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.*
- *Hemofili, kanama bozukluklarına yol açan kalıtsal bir hastalıktır. Hemofiliden başka kanama bozukluklarına yol açan hastalıklar var mıdır? Araştırarak sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.*

Bunları Biliyor musunuz?

Göz hastalıkları biliminin (Oftalmoloji) en az bilinen alanlarından biri, "Diskromatopsi" adı verilen renkli görme bozukluklarıdır. Normal bir insan gözü 15.000 değişik renk tonunu fark edebilmektedir. Fakat kalıtımsal renk bozukluğu olan hastalarda durum böyle değildir. Bu hastalar kendilerini normal zannetmektedirler. Çünkü doğumdan beri renkleri hiçbir zaman doğru olarak algılamamışlardır. Örneğin kırmızı ve yeşil renk körlüğü olan bir kişi kendisine kırmızı-yeşil renk gösterildiğinde bunu kendine özgü bir şekilde algılar. Bu nedenle renk körlüğü ancak bir renk görme testi uygulandığında saptanabilir. Diskromatopside renk körlüğünün açığa çıkarılmasına ayrıca renk körlüğü veya renk görme eksikliği tipinin belirlenmesine yarayan pek çok test kullanılır. Ishihara (İşihara), Farnsworth Munsell (Farnsvord Mansıl) D-15, Farnsworth Lantern (Fransvord Lentörn) testleri bu testlerden bazılarıdır.

*Bunlardan en yaygın kullanılan tarama testi **Ishihara**'dır (Görsel 2.17). Bu test kırmızı-yeşil görme kusurunun belirlenmesinde oldukça yararlıdır. Ishihara testi, yaklaşık bir kol boyu mesafeden ve kartlar 4 saniye gösterilecek şekilde uygulanır.*



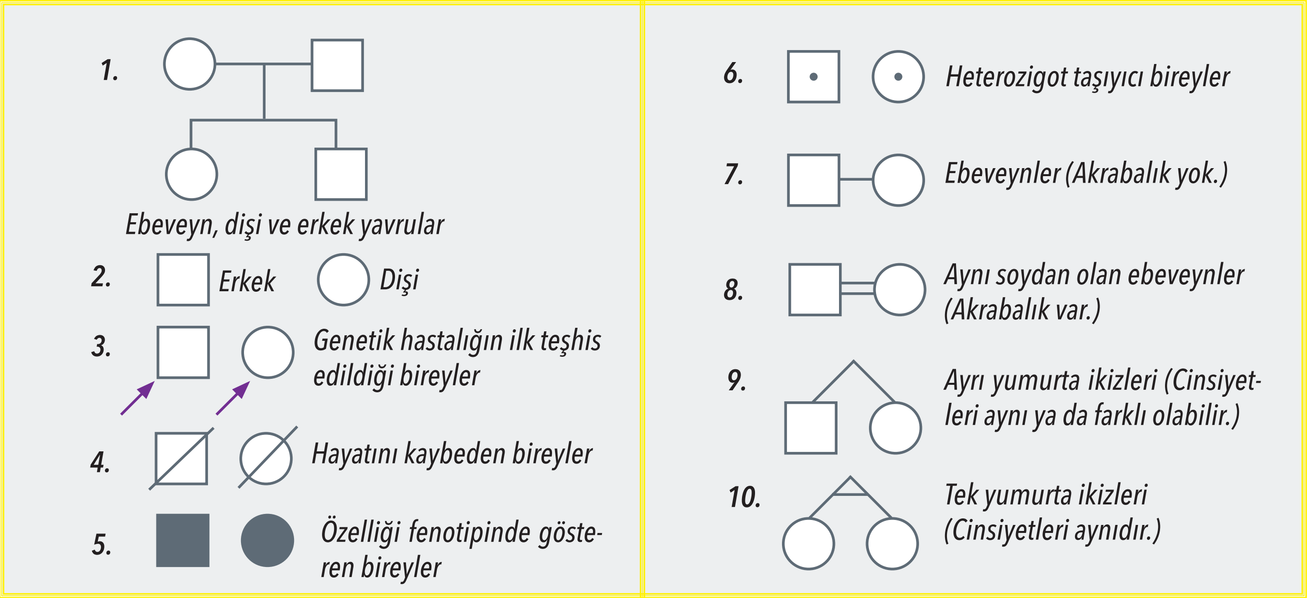
Görsel 2.17: Ishihara renk körlüğü testi

Ishihara testinde kullanılan benzer rengi taklit eden kartların arkasında numaraları bulunmaktadır. Bu numaralara göre kartlar sıralanmalı ve verilen cevaplar kaydedilerek kişinin renk görme özellikleri belirlenmelidir. Ishihara testinde dikkat edilmesi gereken önemli bir husus, piyasada bulunan renkli fotokopi ile çoğaltılmış testlerin kullanılmamasıdır. Orijinal ve kopya testler arasındaki en önemli fark, orijinal testlerde renkli noktaların oldukça keskin sınırlı ve arka sayfalarında sıralama numaralarının olmasıdır.

Soyağacı

Genetik ile ilgili çalışmalarda özelliklerin ve kalıtsal hastalıkların ebeveynlerden çocuklara ve daha sonraki nesillere aktarımını incelemek amacıyla soyağacı hazırlanır. Bu nedenle genetik, soyağacını sıklıkla kullanır. Soyağacı, kalıtılan bilgileri belirli bir hiyerarşi içinde ve şematik olarak evrensel sembollerden yararlanarak gösterir (Tablo 2.9).

Tablo 2.9: Soyağacı Hazırlanmasında Kullanılan Evrensel Semboller


1.
Ebeveyn, dişi ve erkek yavrular
2.
Erkek
Dişi
3.
Genetik hastalığın ilk teşhis edildiği bireyler
4.
Hayatını kaybeden bireyler
5.
Özelliği fenotipinde gösteren bireyler
6.
Heterozigot taşıyıcı bireyler
7.
Ebeveynler (Akrabalık yok.)
8.
Aynı soydan olan ebeveynler (Akrabalık var.)
9.
Ayrı yumurta ikizleri (Cinsiyetleri aynı ya da farklı olabilir.)
10.
Tek yumurta ikizleri (Cinsiyetleri aynıdır.)

Bunları Biliyor musunuz?

Soyağaçları, sadece kalıtsal özelliklerin aktarımını belirlemek ve izlemek amacıyla yapılmaz. Eski tarihlerde soyağaçlarının çok önemli bir yeri vardı. Dünya milletleri geçmişlerini bilmek için soyağacı oluşturmuştur.

Soyağacının; soy kütüğü, nesep kütüğü, silsilename, şecerename, şecere-i hayat gibi farklı isimleri vardır. Türk-İslam tarihinde soyağacı ile ilgili önemli çalışmalar yapılmıştır.

SUNUM

Sunumun Adı: Soyağacı Oluşturma
Amaç: Resesif ve dominant özelliklerin soyağacındaki aktarımını izlemek
Süre: 1 hafta
Araç gereç: Fon kartonu ve renkli kalemler

Uygulama

- Size yol göstermesi amacıyla daha önce hazırlanmış soyağacı örneklerini inceleyiniz.
- İnsanda görülen çeşitli kalıtsal özelliklerden (göz rengi, kan grubu, alın açıklığı, saç şekli, yapışık kulak memesi, ten rengi, hemofili, renk körlüğü, altı parmaklılık gibi) sizin belirlediğiniz iki farklı özelliği seçiniz. Bu özelliklerin birinin resesif, diğerinin dominant olmasına dikkat ediniz.
- Bu konuda yardım alabileceğiniz aile büyüklerini belirleyiniz.
- Aile büyüklerinizden başlayarak geriye dönük bir soyağacı oluşturunuz (Soyağacı hazırlarken evrensel sembolleri kullanınız).

Sonuçlandırma

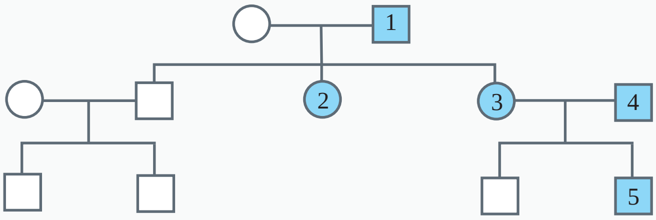
- Seçmiş olduğunuz özelliğin aktarımı ile ilgili çıkardığınız sonuçlar nelerdir?
- Oluşturduğunuz soyağacında dominant bir özelliğin ortaya çıkmadığı bireyler var mıdır?

Soyağacı Örnek ve Çözümleri

Soyağaçları hazırlanırken ata bireylerin fenotiplerine bakılarak yavru bireylerin genotipleri veya yavru bireylerin fenotiplerine bakılarak ata bireylerin genotipleri tahmin edilmeye çalışılır. Aşağıda soyağacı ile ilgili örnekler ve çözümleri sunulmuştur.

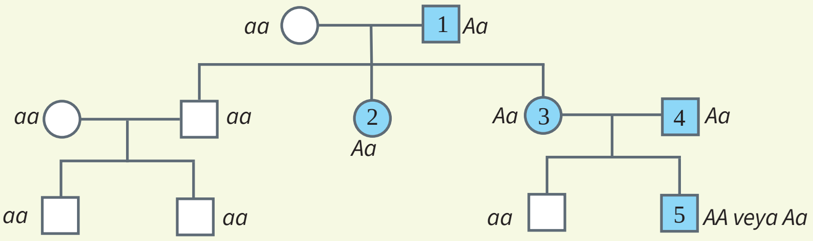
Örnek

Otozomal baskın bir özelliği fenotipinde gösteren bireyler soyağacında renkli gösterilmiştir.
Buna göre numaralandırılmış bireylerin genotiplerini bulunuz.



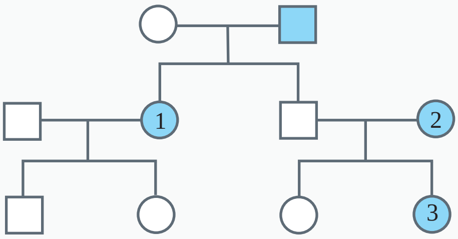
Çözüm

Soyağacında renkli olarak gösterilmeyen bireyler, bu özellik açısından çekinik fenotiplidir ve genotipi *aa*’dır.
1 numaralı baskın fenotipli bireyin erkek çocuğu, çekinik fenotipe sahip olduğu için heterozigottur (*Aa*).
2 ve 3 numaralı bireyler, baskın fenotipe sahiptir. Anneleri çekinik fenotipli ve *aa* genotipli olduğundan bunlar heterozigot (*Aa*) genotiplidir.
3 ve 4 numaralı bireyler, baskın fenotipli olup çocuklarından biri çekinik fenotipli olduğundan heterozigot (*Aa*) genotiplidir.
5 numaralı birey, baskın özelliği fenotipinde göstermektedir ancak anne ve babası bu özellik bakımından heterozigot olduğu için homozigot (*AA*) veya heterozigot (*Aa*) olabilir. Bu sebeple 5 numaralı bireyin genotipi kesin olarak belirlenemez.



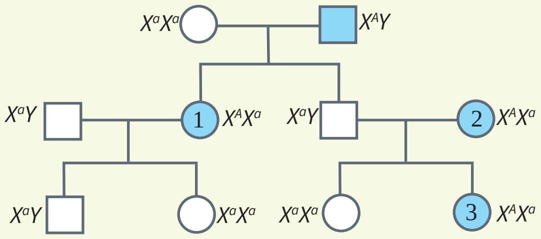
Örnek

Aşağıdaki soyağacında *X*’e bağlı baskın bir özelliği fenotipinde gösteren bireyler renkli verilmiştir.
Bu özellik bakımından 1, 2 ve 3 numaralı bireylerin genotipi ne olabilir? Soyağacı analizi yaparak belirleyiniz.



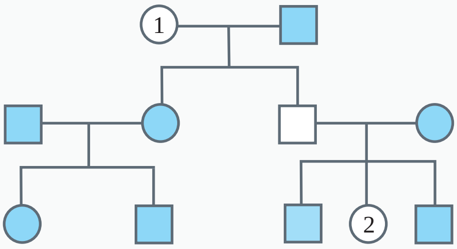
Çözüm

X'e bağlı baskın olarak aktarılan bu özelliği göstermeyen bireylerin genotipi dişilerde X^aX^a, erkeklerde ise X^aY'dir.
1 numaralı birey bu özelliği fenotipinde gösterir ancak annesi bu özelliği göstermediği için bu özellik bakımından heterozigottur (X^AX^a).
2 ve 3 numaralı bireylerin genotipleri heterozigottur (X^AX^a) .



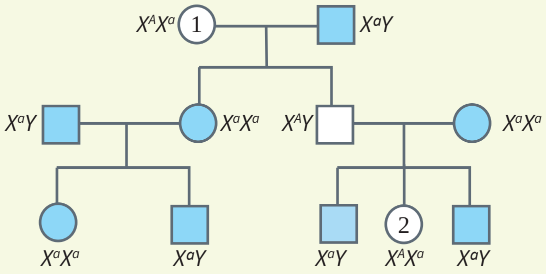
Örnek

X'e bağlı çekinik aktarılan bir karakteri fenotipinde gösteren bireyler renkli verilmiştir. Bu özellik bakımından bazı bireylerin genotipleri belli iken bazı bireylerin genotipleri bilinmemektedir.
Bu özelliği fenotipinde göstermeyen 1 ve 2 numaralı bireylerin genotipi ne olabilir? Soyağacı analizi yaparak belirleyiniz.



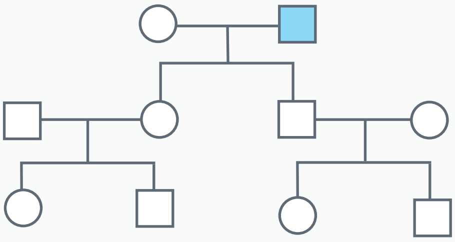
Çözüm

X'e bağlı çekinik olarak aktarılan bu özelliği genotipinde gösteren dişi bireyler $X^a X^a$, erkek bireyler X^aY genotipine sahiptir.
1 numaralı bireyin çekinik özelliği fenotipinde gösteren kız çocuğu olmuştur. Bu nedenle 1 numaralı birey bu özellik bakımından heterozigottur (X^AX^a).
2 numaralı bireyin babası X^AY genotipli, annesi ise X^aX^a genotipli olduğundan X^AX^a genotipinde olur.



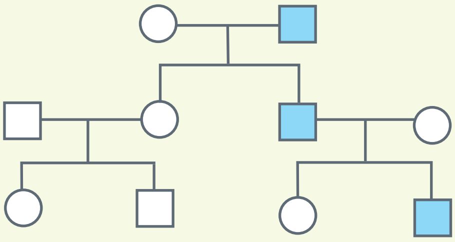
Örnek

Aşağıda *Y*'ye bağlı bir özelliği gösteren birey renkli olarak verilmiştir. Bu bireyden sonra gelen nesillerde bu özelliği gösteren bireyleri renklendirerek gösteriniz.



Çözüm

Y'ye bağlı aktarılan bir özellik sadece erkek bireylerde gözlenir. Bu özellik babada gözlenirse tüm erkek çocuklarında da gözlenir.



Kalıtım Soruları

Bunları Biliyor musunuz?

Duchenne (Duşen) sendromu ya da kas distrofisi olarak bilinen genetik hastalık, kasların gittikçe zayıflaması ve eş güdüm kaybı ile kendini göstermektedir. Bu hastalıktan etkilenmiş bireyler nadiren yirmili yaşlara kadar yaşamaktadır. Araştırmacılar, bozukluğun distrofin adlı anahtar bir kas proteininin yokluğundan kaynaklandığını saptamış ve bu proteini şifreleyen genin X kromozomu üzerinde özel bir lokusta çekinik olarak taşındığını belirlemiştir.

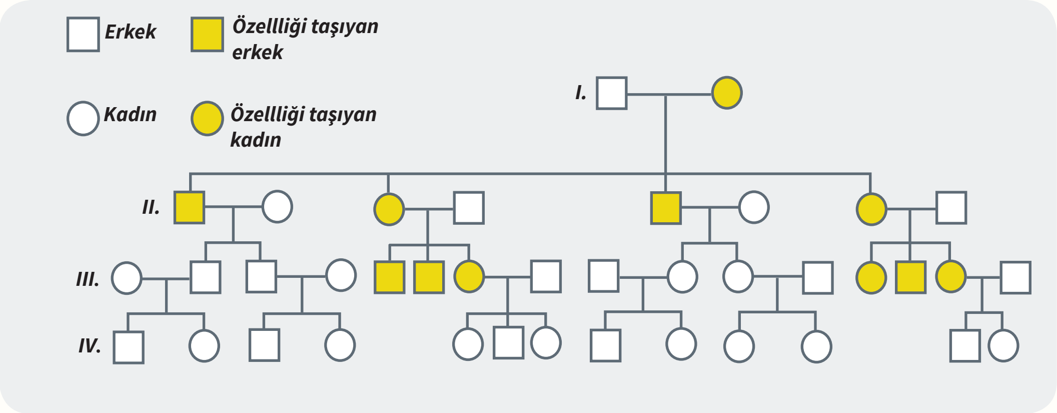
Mitokondriyal Kalıtımın Önemi

Hücrede kalıtsal materyalin aktarılması sadece çekirdek DNA'sı aracılığı ile gerçekleşmez. Hücre çekirdeğinin yanı sıra, mitokondri DNA'sı da kendine özgü kalıtsal özelliklerin aktarılmasından sorumludur. Mitokondride bulunan DNA molekülüne **mitokondriyal DNA** (mtDNA), mtDNA'ya bağlı özelliklerin sonraki nesillere aktarılmasına da **mitokondriyal kalıtım** denmektedir. Mitokondri ve DNA'sı sonraki nesillere sadece anneden geçer. Çünkü döllenme sırasında sperm hücresindeki çekirdek, yumurta hücresine aktarılırken boyun ve kuyruk kısmı yumurta hücresine giremez. Bu durumda spermin boyun kısmında bulunan mitokondri de dışarıda kalır. Bu nedenle erkek ve dişi bireyler, sadece annenin mtDNA'sından kaynaklanan özellikleri taşır. mtDNA'da, çekirdek DNA'sına göre daha fazla oranda mutasyon gerçekleşir. Bu durum annenin mtDNA'sında bulunması muhtemel anormalliklerin de yavrulara olduğu gibi aktarılacağı anlamına gelir. Solunum reaksiyonları sırasında mitokondride fazla miktarda serbest oksijen radikallerinin oluşması, mtDNA'nın tamir mekanizmalarının etkin olmaması ve mtDNA replikasyon (DNA'nın kendini eşlemesi) hızının yüksek olması mtDNA'daki mutasyonların sebepleri arasında sayılabilir. Dokulardaki hücrelerde mutasyona uğramış mitokondri sayısı arttıkça ATP üretimi azalır. Bu da doku ve organlarda fonksiyon bozukluklarına yol açar.

Sıra Sizde

Görsel 2.18'de mitokondriyal kalıtsal bir özelliğin aktarımı, soyağacında üç kuşak üzerinde renklendirilerek verilmiştir.

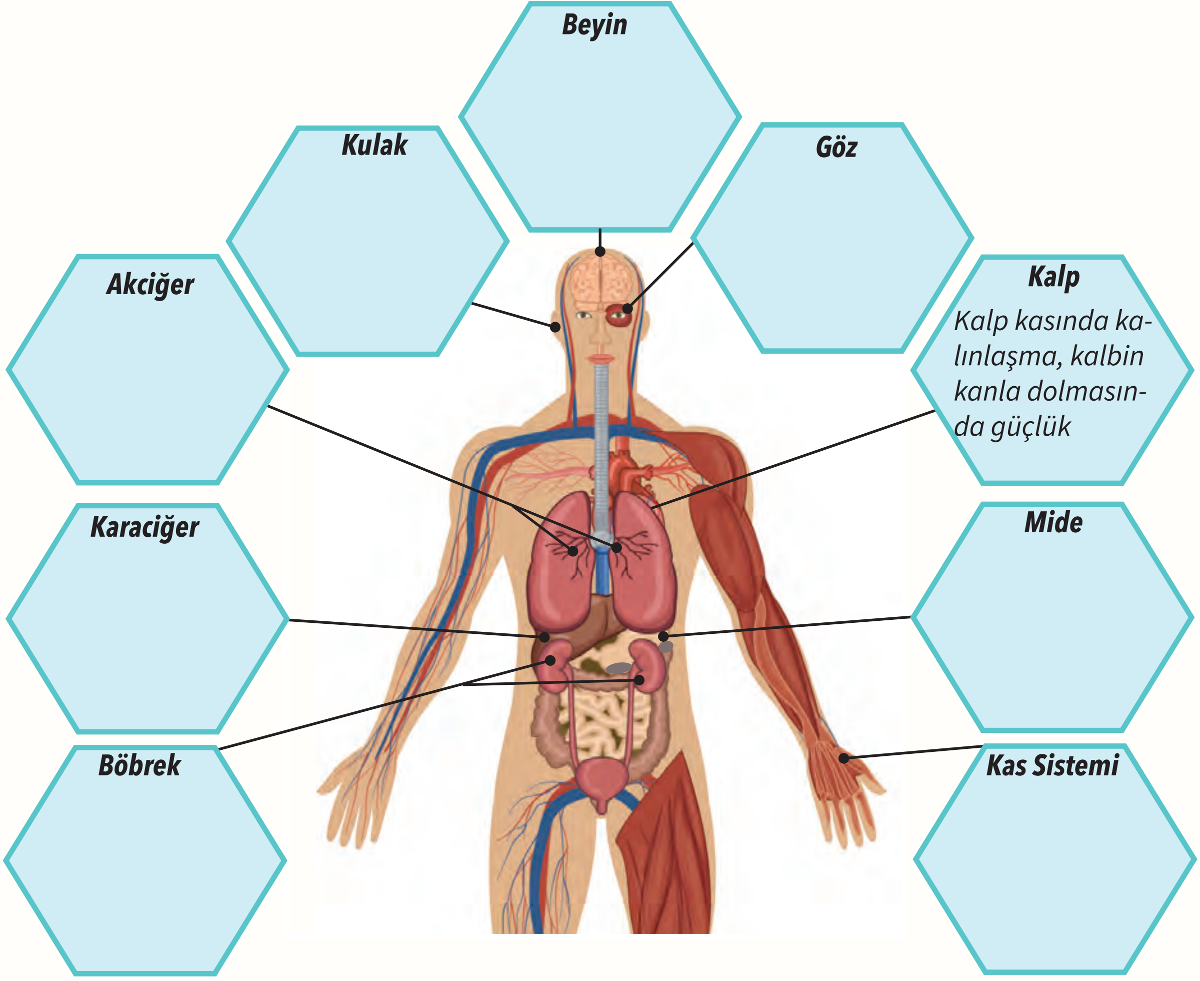
- *IV. kuşakta cinsiyeti belirlenmiş bireylerde hastalığın aktarımını tamamlayınız.*
- *Soyağacını ve bu özelliğin aktarımını mitokondriyal kalıtım üzerinden yorumlayarak arkadaşlarınızla sınıf ortamında paylaşınız.*


Erkek
Özellliği taşıyan erkek
Kadın
Özellliği taşıyan kadın
I.
II.
III.
IV.

Görsel 2.18: Soyağacında mitokondriyal kalıtsal bir özelliğin aktarımı

Sıra Sizde

Mitokondriyal kalıtım sonraki nesillere dişi bireyle aktarılır. Mitokondride görülen bozukluklar birçok organı etkileyerek hastalıklara yol açar. Bu yolla aktarılan hastalıklar hangileridir? Araştırarak örnekteki gibi Görsel 2.19 üzerinde verilen bölümlere yazınız.


Beyin
Kulak
Göz
Akciğer
Kalp
Kalp kasında kalınlaşma, kalbin kanla dolmasında güçlük
Karaciğer
Mide
Böbrek
Kas Sistemi

Görsel 2.19: Mitokondrideki bozuklukların neden olduğu hastalıklar

Kalıtsal Hastalıkların Ortaya Çıkmasında Akraba Evliliklerinin Etkisi

İnsanlardaki birçok hastalığın belirtileri ilk bakışta görülmez. Dışarıdan hasta veya engelli gibi görünmeyen insanların genelde sağlıklı bireyler olduğu düşünülebilir. Fakat insanların fenotipine yansımasa bile genotiplerinde birçok hastalık genini resesif olarak taşıdıkları bilinmektedir. Resesif genler, hem anneden hem de babadan çocuğa aktarılırsa bu genlerin temsil ettiği özellikler fenotipinde de ortaya çıkar. Akraba olan bireylerde aynı resesif genlerin bulunma ihtimali, akraba olmayanlara göre daha fazladır. Buna bağlı olarak hastalık genlerini genotipinde resesif olarak taşıyan bireyler, evlendiğinde kalıtsal hastalığa sahip çocuklarının olma ihtimali şansa bağlı evliliklere göre daha yüksek olmaktadır.

Dünya Sağlık Örgütü, akraba evliliklerinde bebek ve çocuk ölümlerinin ve zihinsel engellilik sıklığının daha yüksek olduğunu belirtmektedir. Akraba evliliğinde en büyük sorun, sağlıklı bireylerin DNA'larındaki hastalık genlerini çocuklarına aktarmasıdır. Genetik bağı olan kişilerde ortak genleri taşıma oranı, toplumun geneline göre daha yüksektir.

Akraba evliliği ile doğan çocuklarda renk körlüğü, orak hücreli anemi, Akdeniz anemisi, sağırlık, fenilketonüri, kistik fibroz hastalıklarının yanı sıra şizofreni gibi ruhsal hastalıklar da sık görülmektedir.

Akraba evliliklerine bağlı kalıtsal hastalıkların görülme sıklığını azaltmanın yolu, toplumu bilinçlendirmekten ve eğitim düzeyini yükseltmekten geçmektedir.

2.1.2. Genetik Varyasyonların Biyolojik Çeşitliliği Açıklamadaki Rolü

Belli bir bölgedeki tüm canlı grupları o bölgenin biyolojik çeşitliliğidir. Bir türe ait bireyler arasındaki genetik yapı farklılıkları genetik çeşitliliğe sebep olur. Buna **varyasyon** denir. Bakterilerden, bitkisel ve hayvansal organizmalara kadar her canlı türüne ait, karakteristik özellikleri belirleyen gen dizilimleri vardır. Aynı zamanda bir türe ait bireylerin de birbirinden farklı gen dizilimleri bulunur.

Tür içindeki genetik dizilimlerde görülen bu farklılıklar, genetik çeşitliliği yani genetik varyasyonları oluşturur. Her canlının gen diziliminin kendine özgü olması, farklı genotip ve fenotiplerin oluşmasına neden olur. Örneğin insanlar; saç rengi ve şekli, göz yapısı, boy uzunluğu, genetik hastalıkları ve kan grupları gibi özellikler bakımından çeşitlilik gösterir.

Aynı türe ait bitkilerin de birbirinden farklı özellikleri bulunur. Asma bitkisinde birbirinden farklı renkte ve şekilde üzümlerin olması, akşamsefalarının çiçek renklerinin farklılığı, gülün değişik biçimlerde ve renklerde çiçek vermesi varyasyona örnek verilebilir (Görsel 2.20). Biyolojik çeşitliliğin temelinde genetik varyasyonlar bulunmaktadır. Aynı türe ait canlıların genetik varyasyonlar göstermesi biyolojik çeşitliliği artırır.

Görsel 2.20: Farklı özelliklere sahip üzümler

Her tür kendine özgü ortak genlere sahiptir. Farklı türler ise birçok özelliği ile diğer türlerden ayrılır. Örneğin insan türünü diğer türlerden ayıran en önemli özellik, insanın gelişmiş beyin özellikleriyle birlikte düşünme ve çözüm üretme yeteneğidir. Aynı cinsin farklı türleri olan kurt ile tilkinin ortak özelliklerinin yanı sıra farklı özellikleri vardır. Kurt soğuk iklimlere uyum sağlarken tilki çeşitli iklimlere uyum sağlamaktadır.

Sıra Sizde

Bir türün içindeki biyolojik çeşitlilik ile o türün neslini devam ettirmesi arasında nasıl bir ilişki vardır? Araştırarak arkadaşlarınızla sınıfta paylaşınız.

Genetik varyasyonlara neden olan faktörler; mutasyon, kromozomların bağımsız dağılımı, mayozdaki krossing over ve metafazdaki kromozomların bağımsız dağılım olayıdır.

Mutasyon, canlıların genlerinde meydana gelen rastgele ve kalıcı değişimler olarak tanımlanabilir. Bu değişimlere çeşitli çevresel faktörler neden olmaktadır. Mutasyonlar; canlının üreme hücrelerinde, üreme ana hücrelerinde veya vücut hücrelerinde gerçekleşebilir. Üreme ya da üreme ana hücrelerinde meydana gelen mutasyonlar sonraki nesile aktarılabilirken vücut hücrelerinde meydana gelen mutasyonlar, sadece o bireyle sınırlı kalır. Mutasyonlar, canlılarda genetik varyasyonlara ve bunun sonucunda da fenotipik çeşitlenmeye neden olur. Mutasyonların birçoğu canlılarda zararlı hatta öldürücü olabilir.

Genetik varyasyona neden olan diğer bir etmen mayoz sırasında kromozomların bağımsız dağılımıdır. Mayozda bireyin anne ve babasından aldığı homolog kromozom çiftlerinin birbirinden ayrılarak (mayoz 1-anafaz 1) hangi gamete gideceği tamamen şansa bağlı bir olaydır. Mayozda kromozomların birbirinden bağımsız olarak dağılımı sayesinde farklı genetik kombinasyonlara sahip gametler oluşur.

Mayozun profaz 1 evresinde gerçekleşen krossing over olayı da genetik varyasyonların nedenlerinden bir diğeridir. Krossing over olayı sayesinde kromozomlar yeni gen dizilimlerine sahip olur. Bu şekilde eşeyli üreyen canlılarda değişik gen kombinasyonlarına sahip gametler oluşarak tür içi genetik çeşitlilik artar.

Mutasyon, krossing over ve kromozomların bağımsız dağılımı gibi genetik varyasyon kaynakları gen dizilimlerinin değişmesine neden olur. Bunun sonucunda yeni gen kombinasyonları meydana gelir, buna **rekombinasyon** denir. Aynı türe ait bireylerin farklı genotiplere sahip olması, fenotip çeşitliliğini de artırır. Genotipteki bu farklılıklar biyolojik çeşitliliğin temel nedenidir.

Örnek

Aynı anne ve babadan olan sağlıklı görünüme sahip kardeşlerin genotip özelliklerinde farklılıklar görülmektedir. Bu farklılıkların sebebi aşağıdakilerden hangileridir?

I. Doğumdan sonraki büyüme gelişmelerinin farklı olması
II. Anne ve babadan çocuğa geçen kromozom sayılarının farklı olması
III. Eşey hücrelerinin mayoz sonucu oluşması

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) Yalnız III
D) I ve II
E) II ve III

Biyolojik Çeşitlilik Soruları

Çözüm

Cevap C seçeneğidir. Mayoz sonucu oluşan hücreler birbirlerinden farklı genetik özellikler taşır. Aynı anne ve babanın mayoz sonucu oluşan üreme hücrelerinin döllenmesiyle oluşan sağlıklı çocuklarında farklı genetiksel özellikler görülebilir.

Sıra Sizde

- *Krossing over, mutasyonlar ve anafaz 1 evresinde homolog kromozomların zıt kutuplara rastgele ayrılması varyasyona sebep olmaktadır. Mutasyona sebep olan çevresel faktörler nelerdir?*
- *Canlıların mevcut genleri önceki nesillerden aktarılan genetik bir mirastır. Bu miras yararlı ve nesilden nesile aktarılması istenilen nitelikte olabilir. Genetik çeşitliliğin korunmasının ve sürdürülmesinin neden önemli olduğunu araştırarak arkadaşlarınızla sınıf ortamında paylaşınız.*

Ana Düşünce

- *Gonozomlar üzerinde sadece cinsiyeti belirleyen genler bulunmaz; hemofili, kısmi renk körlüğü, kulak kıllılığı gibi eşeyle doğrudan alakası olmayan genler de bulunur.*
- *Soyağaçları, bir özelliğin nesilden nesile nasıl aktarıldığının izlenmesini sağlar.*
- *Annenin mtDNA'sı çocuklarına aynen aktarılır.*
- *Aralarında akrabalık olan bireylerin çocuklarında resesif olarak aktarılan hastalıkların ortaya çıkma ihtimali, aralarında akrabalık olmayanlara göre daha yüksektir.*
- *Tür içerisindeki genetik varyasyonlara neden olan faktörler; mutasyon, kromozomların bağımsız dağılımı ve krossing over olaylarıdır.*

Okuma Metni

Görsel 2.21: Buz dağı

TİTANİK'İN MEÇHUL BEBEĞİ

15 Nisan 1912'de dev yolcu gemisi Titanik, buz dağına çarptıktan sonra Kuzey Atlantik'in soğuk sularına gömüldü (Görsel 2.21). Gemideki 2209 kişiden 1497'si hayatını kaybetti. Ulaşılan cesetlerden bazılarının kimlikleri tespit edilemedi. Bunlardan biri 2 yaşlarında sarışın bir çocuktu.

Adli genetik uzmanları 2001 yılında "Titanik DNA Projesi" kapsamında kimliği belirsiz bu çocuğun mezarını açtı. İnsan kalıntılarından DNA elde edilmesi üzerine çalışan Kanadalı Profesör Ryann Parr (Rayn Par), çocuğa ait diş ve kemik parçaları üzerinde çalıştı ancak çok eski olduklarından DNA elde edemedi. DNA elde edilebilse her şey çok kolay olacaktı çünkü bu sayede %99,9 oranında kimlik tespiti yapılabilecekti.

Çekirdek DNA'sının elde edilemediği durumlarda mitokondri DNA analizleri uzmanlara kolaylık sağlar. Titanik projesinde bu çalışmalar başarısız oldu.

Parr ve ekibi aldıkları dişten mtDNA elde etmeyi başardı. Mitokondri, hücre sitoplazmasında bulunan birçok organelden biridir ve ATP burada üretilir. Mitokondrinin çekirdek DNA'sından farklı kendine özgü DNA'sı vardır. Bir mitokondrinin ortalama 2-10 DNA'sı olur ve DNA'lar, yavrulara sadece anneden geçer. İnsanların, annelerinin ve anneannelerinin mitokondri DNA'sı aynıdır. Kısacası mitokondri DNA'sı biyolojik bir arşivdir ve genetik soyadımızdır.

Kimliği bilinmeyen çocuğun DNA dizisi, akrabası olabileceği tahmin edilen Palsson (Palson) ailesinin üyelerinin mtDNA'sı ile karşılaştırıldı ama DNA'lar eşleşmedi. Ekip araştırmayı kazada hayatını kaybeden 3 yaş altındaki diğer beş çocuğu da katarak genişletti. Altı çocuğun anne tarafının soyunun izini sürmek için adli soy uzmanlarından, sosyal bilimcilerden, tarihçilerden, Titanik araştırmacılarından, arşivcilerden ve çevirmenlerden yardım alındı.

Dört çocukta eşleşme olmayınca geriye sadece 13 aylık E. V. Panula (Panula) ve Sidney Goodwin (Sidni Gudvin) kaldı. Kimliksiz çocuklardan birinin dişlerinde yapılan incelemelerde çocuğun 9-15 aylık olduğu sonucuna ulaşıldı ve 19 aylık olan Goodwin olamayacağına karar verildi. Sonuçta araştırmacılar, kimliksiz çocuğun 13 aylık Finli E. V. Panula olduğunu bilim dünyasına duyurdu. Bu, kimliksiz çocuğun ikinci defa yanlış tanımlanmasıydı. Ama sonra ilginç bir şey oldu.

Meçhul çocuktan geriye kalan ayakkabı Atlantik Denizcilik Müzesinde sergileniyordu. Bir çift deri ayakkabı, araştırmacıların belirlenen yeni kimlik hakkında sorular sormasına sebep oldu. Çünkü bu ayakkabılar, 13 aylık bir bebeğe göre çok büyüktü! Acaba Panula, Panula değil miydi? İki yanlış kimlik tespitinden sonra üçüncü aşamaya geçildi.

Parr ve ekibi kimlik tespitini ABD Silahlı Kuvvetlerinin DNA kimlik laboratuvarında tekrar yapmaya karar verdi. Ekip yine mitokondri DNA analizi yaptı. Daha önce eledikleri Sidney Goodwin'in meçhul çocuk olabileceğini gösteren mitokondrinin HV_2 bölgesine bakıldı. Sonunda eşleşmişti. Bu veri, tanımlamanın %98 oranında doğru olduğunu gösteriyordu. 2004 yılında meçhul çocuğun Panula olduğunu gösteren sonuçlar, 2011 yılında düzeltilerek Goodwin olduğu açıklandı.

Adli genetik uzmanları kazadan 99 yıl sonra, 21 Nisan 1912'de cansız bedenine ulaşılan çocuğun kimliğini doğru olarak tespit etti.

Bilim Teknik Dergisi, 2012, Sayı: 534.
(Düzenlenmiştir.)

ÜNİTE ÖZETİ

Kalıtım, bir canlının sahip olduğu özelliklerin nesilden nesile aktarılması olayıdır. **Genetik** ise bu canlı türleri arasındaki benzerlik ve farklılıkların ortaya çıkmasını sağlayan kalıtsal karakterlerin nesilden nesile nasıl aktarıldığını inceleyen bilimdir.

Kalıtımla ilgili çalışmaların başlangıcında insanlar, üstün özelliklere sahip bitki ve hayvan ırkları geliştirmeye çalışmışlardır.

Mendel'in çalışmalarına gelinceye kadar kalıtımla ilgili birçok görüş ve teori ortaya atılmıştır. Daha sonra genetik ile ilgili çalışmalar Mendel İlkeleri ile devam etmiş, günümüzde ise **İnsan Genom Projesi** ile hız kazanmıştır.

Mendel'in genetik ile ilgili yaptığı çalışmalar; karakter, özellik, homozigot, heterozigot, genotip, fenotip, çaprazlama, arı döl, resesif ve dominant gibi kavramların ortaya çıkmasını sağlamıştır. Mendel'in temelini attığı kalıtım çalışmalarında **olasılık ilkeleri** kullanılmaktadır. Mendel ilkeleri **bağımsız genler** için geçerlidir.

Monohibrit çaprazlama bir karakter yönünden heterozigot iki bireyin, **dihibrit çaprazlama** iki karakter yönünden iki bireyin çaprazlanmasıdır. Çaprazlamalar yapılırken gametler oluşturulur ve oluşan nesillerin genotiplerini belirlemek amacıyla **Punnett karesi** yöntemi kullanılabilir. Ayrıca gamet çeşidi sayısını belirlemek için formüller kullanılarak hesaplamalar yapılabilir.

Aynı kromozom üzerinde bulunan genlere **bağlı genler** denir. Bağlı genlerde krossing over gerçekleşmezse gamet çeşitliliği azalır.

Kontrol çaprazlaması yapılarak baskın fenotipli bir bireyin genotipi bulunabilir. Canlılarda özelliklerin ortaya çıkmasında aleller arasında dominantlık derecesi önemlidir. Buna göre oluşan nesillerin fenotipik ve genotipik oranları değişir. Bu durumda; **eş baskınlık**, **eksik baskınlık ve çok alellik** görülür.

Cinsiyete bağlı kalıtımda X kromozomu ile **hemofili** ve **kısmi renk körlüğü** gibi genetik hastalıklar aktarılırken Y kromozomu ile **kulak kıllılığı** aktarılır. **Soyağaçları** hazırlanarak kalıtsal özelliklerin ve hastalıkların sonraki nesillere aktarımı incelenir.

Mitokondriyal kalıtımda annenin mitokondriyal DNA'sı ve bu DNA'da bulunan genetik bilgiler yavru bireylere aktarılır.

Akraba evlilikleri, ülkemizde ve dünyada kalıtsal hastalıkların ortaya çıkmasını ve hastalıklı bireylerin doğma ihtimalini artırır.

Mutasyonlar, kromozomların bağımsız dağılımı ve mayozdaki krossing over olayı canlılarda **genetik varyasyonlar** meydana getirerek biyolojik çeşitliliği sağlar.

ÜNİTE ÖZETİ ÜNİTE ÖZETİ
ÜNİTE ÖZETİ ÜNİTE ÖZETİ
ÜNİTE ÖZETİ ÜNİTE ÖZETİ
ÜNİTE ÖZETİ ÜNİTE ÖZETİ
ÜNİTE ÖZETİ ÜNİTE ÖZETİ
ÜNİTE ÖZETİ ÜNİTE ÖZETİ

ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU

Bu ünite kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna ✓ işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1	*Kalıtımın genel ilkelerini açıklayabilirim.*		
2	*Mendel ilkelerini örneklerle açıklayabilirim.*		
3	*Monohibrit, dihibrit ve kontrol çaprazlamalarını örnekler üzerinden açıklayabilirim.*		
4	*Eş baskınlık, eksik baskınlık, çok alellilik ve pleiotropizmi örnekler üzerinden açıklayabilirim.*		
5	*Eşeye bağlı kalıtımı, hemofili ve kısmi renk körlüğü üzerinden açıklayabilirim.*		
6	*Eşeye bağlı kalıtımın Y kromozomunda da görüldüğünü açıklayabilirim.*		
7	*Soyağacını örneklerle açıklayabilirim.*		
8	*Mitokondriyal kalıtımın önemini açıklayabilirim.*		
9	*Kalıtsal hastalıkların ortaya çıkma olasılığının akraba evlilikleri sonucu artmasını sebepleriyle açıklayabilirim.*		
10	*Genetik varyasyonların biyolojik çeşitlilikteki rolünü tartışabilirim.*		
11	*Varyasyon kaynaklarının mutasyon, kromozomların bağımsız dağılımı ve krossing over olduğunu tartışabilirim.*		
12	*Biyolojik çeşitliliğin canlıların genotiplerindeki farklılıklardan kaynaklandığını açıklayabilirim.*		

Değerlendirme

Değerlendirme sonunda **Hayır** cevaplarınızı bir kez daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız **Evet** ise bir sonraki üniteye geçebilirsiniz.

2. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Otozomal kalıtımda çekinik ve baskın genlerin taşınması ile ilgili olarak

I. Çekinik bir genin homolog kromozomların her ikisi üzerinde taşınması
II. Baskın genin homolog kromozomların her ikisi üzerinde taşınması
III. Baskın genin homolog kromozomların sadece biri üzerinde taşınması
IV. Çekinik genin homolog kromozomlardan sadece biri üzerinde taşınması

durumlarından hangilerinde genin sorumlu olduğu özellik fenotipte etkisini gösterebilir?

A) I ve II B) II ve III C) I, II ve III D) I, II ve IV E) II, III ve IV

2. Aynı anne ve babanın çocuklarının kan grubu fenotipleri aşağıda verilmiştir.

1. çocuk: B Rh (+)
2. çocuk: AB Rh (-)
3. çocuk: O Rh (+)
4. çocuk: A Rh (+)

Buna göre anne ve babanın fenotipi aşağıdakilerden hangisi olabilir?

Anne	**Baba**
A) A Rh (+)	O Rh (-)
B) B Rh (+)	A Rh (-)
C) O Rh (+)	B Rh (-)
D) B Rh (-)	O Rh (-)
E) A Rh (-)	B Rh (-)

3. A ve B karakterleri açısından baskın genotipli bir bireyin genotipini belirlemek için

I. *AB* fenotipli
II. *AABB* genotipli
III. *ab* fenotipli
IV. *aabb* genotipli

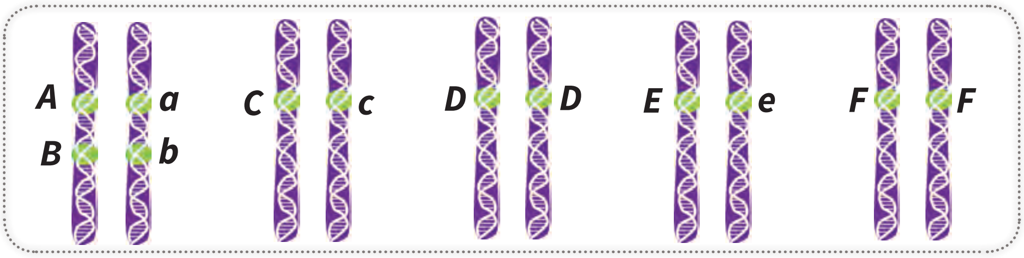
bireylerden hangileri ile kontrol çaprazlaması yapılabilir?

A) I ve II B) I ve III C) II ve III D) II ve IV E) III ve IV

4. *DdeeFfGg* ve *ddEeFFgg* genotipine sahip iki bireyin çaprazlanması sonucu *ddEeFfGg* genotipli erkek bireylerin oluşma olasılığı nedir? (Genler bağımsızdır.)

A) 1/2 B) 1/4 C) 1/8 D) 1/16 E) 1/32

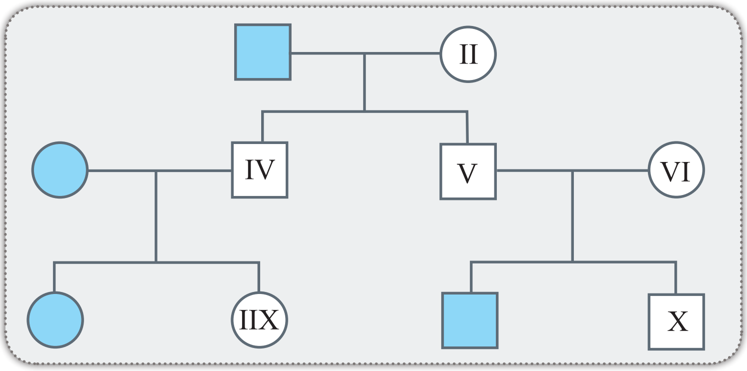
5. Aşağıda altı karaktere ait genlerin kromozomlar üzerindeki konumu verilmiştir.



Bu canlının *ABcDeF* gametini oluşturma ihtimali kaçtır?
(Krossing over gerçekleşmediği düşünülecektir.)

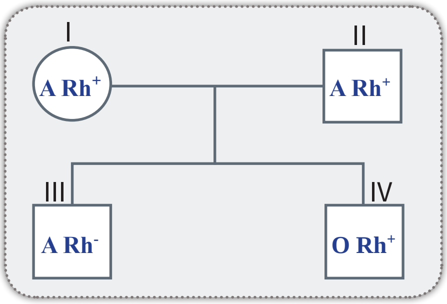
A) 1/16 B) 1/8 C) 1/4 D) 1/2 E) 3/4

6. Aşağıdaki soyağacında renkli kutucuklarla sembolize edilmiş bireyler bir özellik bakımından aynı genotiptedir.



Buna göre;
I. V ve VI nolu bireylerin sağlıklı olduğu halde X numaralı bireyin hasta oluşu özelliğin otozomal çekinik olduğuna bir kanıt olabilir.
II. VII nolu dişi birey X'e bağlı çekinik bir genle kalıtılan hastalık genini III ve IV numaralı bireylerden almıştır.
III. Bu soyağacında söz konusu olan özellik eksik baskın bir gen ile aktarılır.
IV. IX nolu birey X'e bağlı çekinik bir genle kalıtılan hastalık genini mutlaka V ve VI nolu bireylerden almıştır.
Yorumlarından hangileri yapılabilir?
A) I ve II B) I ve III C) II ve III D) I,II ve III E) II, III ve IV

7.



Yukarıdaki soyağacında Romen rakamlarıyla numaralandırılarak sembolize edilmiş bireylerin hangilerinin kan gruplarının genotipi belirlenebilir?
A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) III ve IV

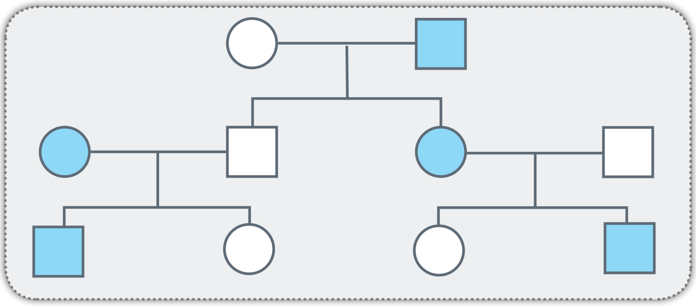
8. **İki karakter bakımından heterozigot iki bireyin çaprazlanmasından iki karakter bakımından da baskın fenotipli yavruların oluşma ihtimali kaçtır?** (Genler bağımsızdır.)

A) 1/8 B) 3/8 C) 1/2 D) 9/16 E) 3/4

9. Akşamsefası bitkisinde kırmızı çiçek rengi ile beyaz çiçek rengi geni eksik baskındır. Kırmızı çiçekli akşamsefası bitkisi ile beyaz çiçekli akşamsefası bitkisi çaprazlandığında pembe çiçekli akşamsefası bitkileri elde edilmiştir.
Buna göre
I. Kırmızı çiçekli akşamsefaları homozigot genotiplidir.
II. Beyaz çiçekli akşamsefaları heterozigot fenotiplidir.
III. Oluşan pembe çiçekli akşamsefası bitkileri heterozigot genotiplidir.
IV. Çaprazlama sonucu oluşan bireylerin genotip ve fenotip oranlarının aynı olması beklenir.
ifadelerinden hangileri doğrudur?
A) I ve II B) I ve III C) II ve III D) III ve IV E) I, III ve IV

10. **Sadece Y kromozomu ile taşınan bir karakterle ilgili**
I. Kız çocuklarında görülme ihtimali yoktur.
II. Diğer eşey kromozomunda bu genin aleli yoktur.
III. Bu özelliği taşıyan babanın tüm erkek çocuklarına gen aktarılır.
ifadelerinden hangileri doğrudur?
A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

11. Aşağıdaki soyağacında koyu renkli kutucuklarla sembolize edilerek gösterilen bireyler, bir özellik bakımından aynı fenotipe sahiptir.



Buna göre bu özellikten sorumlu gen ile ilgili

I. X'e bağlı çekiniktir.
II. Otozomal çekiniktir.
III. Otozomal baskındır.
IV. Y kromozomuna bağlıdır.

ifadelerinden hangileri doğru olabilir?

A) I ve II B) I ve III C) I ve IV D) I, II ve III E) I, II ve IV

12. Hemofili taşıyıcısı bir anne ile hemofili hastası bir babanın çocukları ile ilgili

I. Sağlıklı kız çocuklarının olma ihtimali %50'dir.
II. Doğan kız çocuklarında hemofili taşıyıcısı olma ihtimali %50'dir.
III. Erkek çocuklarının %100'ü hemofili olur.
IV. Doğacak çocuklar arasında hemofili ihtimali %50'dir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) I ve II B) I ve III C) II ve IV D) I, II ve IV E) I, III ve IV

B) Aşağıdaki açık uçlu soruların cevaplarını boş bırakılan alanlara yazınız.

13. Bir canlı $BbKkLLmmNnX^RX^r$ genotipine sahiptir. (Genler bağımsızdır.)

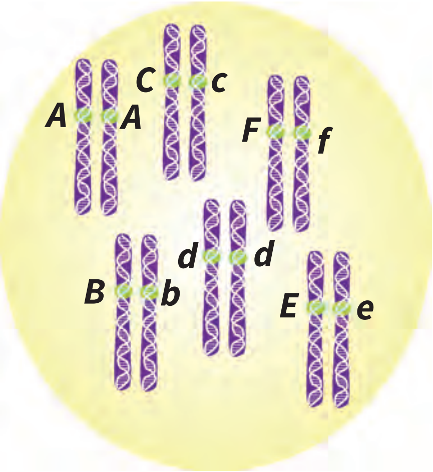
a ve b bölümündeki soruları bu bilgiye göre cevaplayınız.

a. **Bu canlının oluşturabileceği gamet çeşidi sayısını hesaplayınız.**

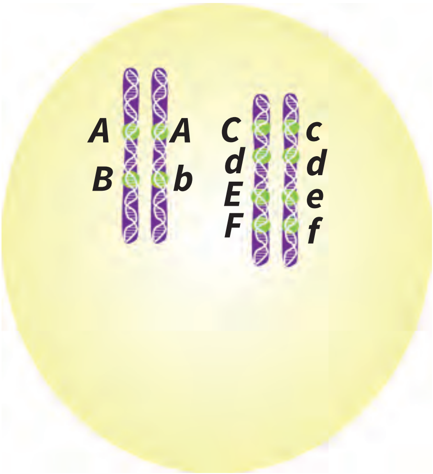
b. **Bu canlının $bKLmnX^r$ genotipine sahip gametinin oluşma ihtimali nedir?**

14. Canlıların sahip olduğu karakterlerin fenotipte görülmesinde etkili olan faktörler nelerdir? Örneklerle açıklayınız.

15. Aşağıda I ve II numaralı bireylerde kromozomların genler üzerindeki dizilimi verilmiştir.



I numaralı birey



II numaralı birey

Bu bireylerin oluşturabilecekleri gamet çeşidi sayılarını hesaplayınız.

I numaralı birey

II numaralı birey

A) Krossing over varken:

B) Krossing over yokken:

16. Kalıtsal hastalıkların ortaya çıkma olasılığının akraba evlilikleri ile artış göstermesinin nedeni nedir?

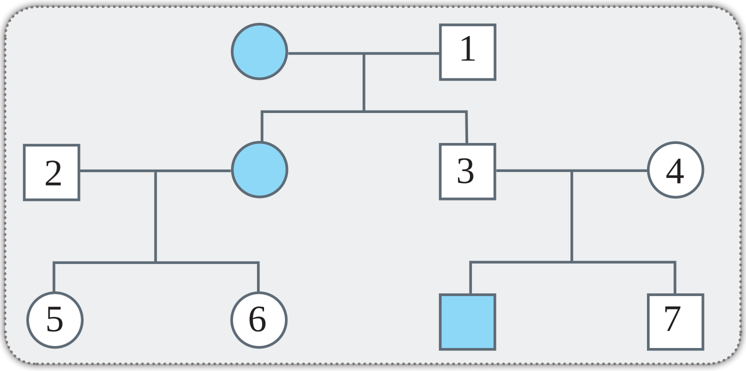
17. ***KkMmNN* ve *kkMmnn* genotipine sahip bireyler çaprazlanmaktadır** (Genler bağımsızdır.)**.**
Bu çaprazlama sonucunda

a ve b bölümlerindeki soruları bu bilgiye göre cevaplayınız.

a) ***kkmmNn* genotipine sahip bireylerin oluşma ihtimali nedir?**

b) **Oluşabilecek genotip ve fenotip çeşit sayısı kaçtır?**

18. Aşağıdaki soyağacında otozomal çekinik özelliği fenotipinde gösteren bireyler, mavi renkli kutucuklarla sembolize edilmiştir.



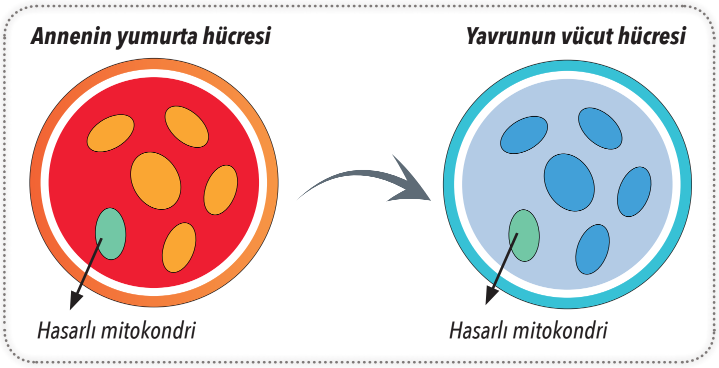
Buna göre kaç numaralı bireylerin genotipi bu özellik açısından kesin olarak belirlenemez?

19 ve 20. soruları verilen metne göre cevaplayınız.

Hasarlı Genler Hasta Eder

Genetik materyal olan çekirdek DNA'sından bağımsız olarak canlı genomunda bir de mitokondriyal DNA (mtDNA) bulunur. Mitokondriler, hücresel enerjinin üretim merkezi olan organellerdir. mtDNA, 16 569 baz çiftinden oluşur ve yaklaşık 20 bin insan geninden sadece 37'sini taşır. Diğer genler çekirdek DNA'sında bulunur. mtDNA maternaldir yani anneden gelir. Zigot oluşumu sırasında yumurtaya ait mitokondriler döllenmeye katılır. Yani zigotun mitokondrileri anneye aittir. Hasarlı olan mitokondri genomu anneden çocuklara geçer ve tedavisi olmayan ölümcül, çok ciddi mitokondriyal genetik hastalıkların ortaya çıkmasına neden olur (Görsel 2.22). Kas zayıflığı, anemi, hipertansiyon, çoklu organ yetmezliği ile kalp, karaciğer, solunum, sindirim ve metabolizma rahatsızlıkları, yeni doğan ölümleri, körlük, sağırlık, unutkanlık, zekâ geriliği, nörodejeneratif hastalıklar ve bazı kanser türleri hasarlı mitokondriyal DNA nedeniyle oluşur. Günümüzde yaklaşık 250 mitokondriyal hastalığın anneden çocuğa aktarıldığı ve bunlardan 50 kadarının da yeni doğan ölümlerine neden olduğu bilinmektedir. Her 6500 bebekten biri mitokondriyal hastalıkla doğmaktadır.

Bilim Teknik Dergisi, 2015, sayı: 566.
(Düzenlenmiştir.)



Görsel 2.22: Mitokondri genomu anneden yavruya aktarılır.

19. **mtDNA hasarı olan bir erkeğin çocuklarında buna bağlı olan hastalıkların çıkmamasının nedeni nedir?**

20. **mtDNA'nın mutasyona uğraması ne gibi sonuçlar oluşturabilir?**

21 ve 22. soruları verilen metne göre cevaplayınız.

Biyoçeşitlilik

Genler, türlerin kimliğini belirler. Bu nedenle bir ateş böceğinin genlerinden sadece ateş böceği, bir Uludağ köknarı ağacının genlerinden de sadece Uludağ köknarı ortaya çıkar. Zigot hücresinde hangi genler varsa birey o genlerde bulunan bilgilerin kodlanmış şekliyle oluşur. Canlının yetiştiği çevre ise o kodlanmış bilgileri normal koşullarda değiştiremez ancak onlara yön verebilir. Şöyle ki tek yumurta ikizleri aynı genetik yapıya sahiptir ancak bu bireyler çevrenin etkisiyle fenotiplerinde farklılıklar gösterebilir (Görsel 2.23). Bir türü diğer türlerden ayıran kendine özgü genleri olduğu gibi bir tür içindeki her bireyin de sadece kendine özgü bazı genleri ve gen dizilimleri vardır. Türü oluşturan bireylerin aynı türe ait olmanın gereği olarak ortak genlere sahip olmaları yanında, bazı özellikleri bakımından farklı genlere sahip olmaları tür içi genetik çeşitliliği oluşturur. Örneğin bir bahçıvan, aynı asma türü (*Vitis vinifera* = üzüm bitkisi) içinde erken meyve veren ırklar ya da bireylerin yanında geç meyve veren bireylerin de olmasını ister. Çünkü daha geniş bir zaman diliminde meyve elde etme şansına sahip olur. Erken ya da geç meyve verme olayı, farklı genler tarafından kontrol edilir. Aynı şekilde bir buğday üreticisi, bir yörede soğuklara dayanıklı kışlık buğday yetiştirirken başka bir yöredeki diğer bir buğday üreticisi kuraklığa dayanıklı yazlık buğdayı yetiştirebilir.

Görsel 2.23: Tek yumurta ikizleri

21. **Canlı türlerinin kimliğinin belirlenmesinde çevrenin etkisi nasıl olur?**

22. **Aynı türe ait bireylerin bazı farklı genlere sahip olmalarının faydaları nelerdir? Örnekler ile açıklayınız.**

23 ve 24. soruları verilen metne göre cevaplayınız.

Buz Adam

Tirol Alpleri'nin Buz Adamı Ötzi, 5300 yaşında bir mumyaydı (Görsel 2.24). Bu mumya, 1991 yılında Avusturya-İtalya sınırındaki buzulların altından ilk çıkarıldığında hangi ülkenin vatandaşı olduğu ve nerede sergileneceği konusunda uluslararası tartışmalara sebep olmuştu. Sonuçta bulunduğu yerin İtalya sınırları içinde olduğu anlaşılınca bu ülkede kaldı. Ötzi adı, iki Alman turistin onu bulduğu Ötzi Vadisi'nden geldi. Ötzi incelendikçe hakkında pek çok şey öğrenildi. Öldüğünde yaklaşık 46 yaşında ve 1,65 boyundaydı, sırtında okla açılmış bir yara, kafasında bir gürz darbesi, eklemlerinde ve bağırsaklarında bazı hastalıklar vardı. Buzların altında korunan eşyaları, giysileri ile vücudundaki polen ve tahıl kalıntıları, kemikleri, bağırsakları, dövmeleri, saçları da yaşadığı dönem ve toplum hakkında daha fazla bilgi toplayabilmek için incelendi. Bu incelemelerden sonra İtalyan ve İngiliz araştırmacıların oluşturduğu bir grup, Ötzi'nin dosyasına yeni bir veri eklediler. Ötzi'nin mitokondriyal DNA'sının (mtDNA) genom dizilimini yaptılar. Ötzi'nin mtDNA'sını incelediler ve yaşayan tek bir akrabasının bile olmadığı sonucuna ulaştılar.

Görsel 2.24: Buz adam Ötzi

23. Günümüzde soy ile ilgili araştırmalarda mtDNA'dan yararlanılmaktadır.
Bu araştırmalar sırasında çekirdek DNA'sı yerine mtDNA'nın tercih edilmesinin sebebi ne olabilir?

24. Ötzi üzerinde yapılan çalışmalar sonucu ulaşılan bilgiler nelerdir?

25, 26 ve 27. soruları verilen metne göre cevaplayınız.

Kalıtsal Hastalıklar ve Genler

İnsanlarda görülen hastalıkların bazıları havada, suda, yiyecek ve içeceklerde bulunan mikroplardan; bazıları doku ve organların zamanla yıpranmasından; bazıları ise kalıtsal hastalıklar ya da bozukluklardan kaynaklanan kusurlu genlerin kuşaktan kuşağa aktarılmasıyla ortaya çıkar. Bir canlının büyümesi, gelişmesi ve yaşamını sürdürmesi için gerekli bilgileri taşıyan kalıtım birimlerine gen denir. Yeni doğan bir bebek, genlerini kalıtım yoluyla anne ve babasından alır. Eğer bütün genleri normal ve genlerin hepsi üstüne düşen görevi eksiksiz yerine getirebiliyorsa bebek sağlıklı doğacaktır. Ancak bazı bebeklerde anne veya babadan gelen kromozomların biri ya da birkaçı kusurlu olabilir. Bu durumda vücuttaki metabolik faaliyetlerin bazıları, bozuk genlerin aktardığı yanlış bilgiye göre yönlendirileceğinden bebekte kalıtsal bir hastalık ortaya çıkar. Birçok ülkede yaklaşık her 30 bebekten birinde kalıtsal bir hastalık görülür. Kalıtsal hastalıkların çoğu ameliyatla, ilaçla ve çeşitli uygulamalarla kontrol altına alınarak bu hastalıkları taşıyan çocukların yaşamlarını normal olarak sürdürmeleri sağlanabilir.

25. **İnsanlarda hastalığa sebep olan faktörler nelerdir?**

26. **Kalıtsal hastalığı olan çocukların normal bir yaşam sürdürebilmeleri için neler yapılmaktadır?**

27. **Bir bebeğin sağlıklı doğmasında hangi faktörler etkilidir?**

3. Ünite

EKOSİSTEM EKOLOJİSİ VE GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI

Bu Ünitede Neler Öğreneceksiniz?

- Ekosistem ekolojisi
- Ekosistemin canlı ve cansız bileşenleri arasındaki ilişki
- Canlılardaki beslenme şekilleri
- Ekosistemdeki madde ve enerji akışı
- Madde döngüleri ile hayatın sürdürülebilirliği arasındaki ilişki
- Güncel çevre sorunlarının sebepleri ve sonuçları
- Doğal kaynaklar ve biyolojik çeşitliliğin korunması
- Biyolojik çeşitliliğin yaşam için önemi
- Biyolojik çeşitliliğin korunmasına yönelik çözümler

Ünitenin Amacı

Ekosistem ekolojisini ve ekosistemi oluşturan ögeleri, bu ögeler arasındaki ilişkiyi, ekosistemdeki madde ve enerji akışını, canlılar arasındaki beslenme ilişkilerini, güncel çevre sorunlarının sebep ve sonuçlarını, doğal kaynaklar ve biyolojik çeşitliliğin korunmasını, biyolojik çeşitliliğin yaşam için önemini ve biyolojik çeşitliliğin korunması için gerekli çözümleri öğrenmek.

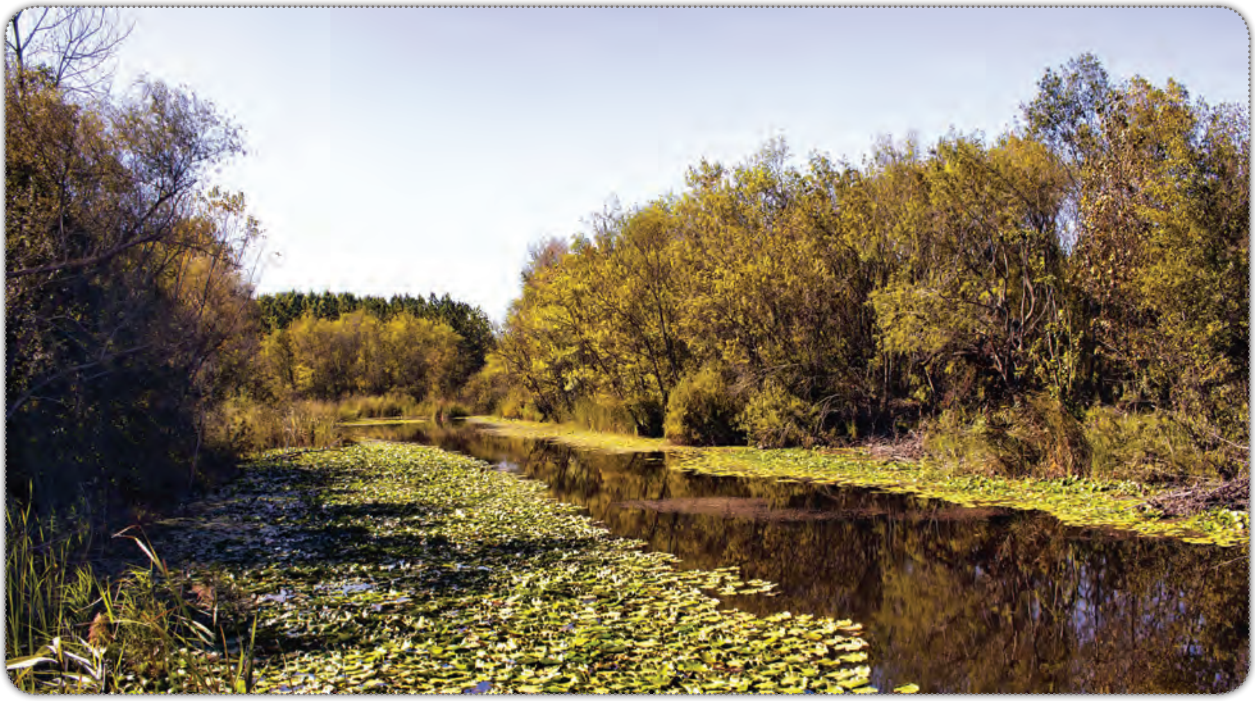
Anahtar Kavramlar

ayrıştırıcı, besin ağı, besin piramidi, besin zinciri, biyolojik birikim, ekosistem, enerji piramidi, heterotrof, holozoik, madde döngüsü, ototrof, çevre sorunu, ekolojik ayak izi, karbon ayak izi, su ayak izi, biyokaçakçılık, biyolojik çeşitlilik, endemik tür, doğal kaynak, gen bankası, sürdürülebilirlik

Farkında mısınız?

- Nesli tükenen canlı türlerinin çevreye olumsuz etkileri neler olabilir?
- Sonbaharda dökülen yapraklar bir süre sonra kaybolur. Bunun sebebi ne olabilir?
- Tarım yapılan bir bölgede kuş türleri daha fazla görülebilir. Bu durum nasıl açıklanabilir?
- Ülkemiz, Kızılay ve birçok sivil toplum kuruluşu aracılığıyla dünyanın Afrika ve Ortadoğu gibi birçok bölgesine yardım etmektedir. Bu bölgelerde yaşanan açlık ve kuraklığın sebepleri neler olabilir?

3. EKOSİSTEM EKOLOJİSİ VE GÜNCEL ÇEVRE SORUNLARI



Görsel 3.1: Özel bir ekosistem olan Acarlar Longozu

3.1. Ekosistem Ekolojisi

Canlıların birbirleriyle ve yaşadığı çevreyle olan ilişkilerini inceleyen bilim dalına **ekoloji** denir. Belirli bir bölgede yaşayan farklı canlı türleri, hem birbirleriyle hem de kendilerini kuşatan çevre ile çok yoğun bir etkileşim hâlindedir. Bu etkileşim neticesinde ortaya çıkan enerji akışı sayesinde o bölgede belirli bir biyolojik yapı oluşur. Bu biyolojik yapı içinde bulunan ve birbirleriyle sürekli etkileşim hâlinde olan canlı türleri ile bunların cansız çevrelerinin oluşturduğu yapıya **ekosistem** veya **ekolojik sistem** denir (Görsel 3.1).

Yeryüzünde farklı boyutlara sahip olan birçok ekosisteme rastlamak mümkündür. Örneğin Sapanca Gölü, Manyas Gölü, Ayder Yaylası, Ege Denizi hatta insan eliyle inşa edilmiş baraj gölleri birer ekosistemdir (Görsel 3.2 ve 3.3).

Görsel 3.2: Sapanca Gölü

Görsel 3.3: Ayder Yaylası

Bu örneklerden anlaşıldığı gibi yeryüzündeki ekosistemlerin boyutları veya kapladıkları alanın büyüklüğü birbirinden farklı olabilir. Bu nedenle büyük ekosistemlere **makro ekosistem**, orta büyüklükte olanlara **mezo ekosistem**, küçük olanlara da **mikro ekosistem** adı verilir. Ayrıca ekosistemler **karasal ekosistemler** ve **sucul ekosistemler** olarak iki grupta incelenir. Çöl, çayır ve tropikal yağmur ormanları karasal ekosistemlere örnek oluşturur. Sucul ekosistemler tatlı su ve tuzlu su ekosistemlerinden oluşur. Göl, akarsu, bataklık, yer altı suları, barajlar, göletler, dere, çay ve nehirler tatlı su; denizler ve okyanuslar tuzlu su ekosistemleridir. Bunun dışında denizlerin kıyılara yakın kısımlarında da bazı özel ekosistemler bulunabilir. Mercan resifleri, nehir ağızları, longozlar ve lagünler buna örnek olarak verilebilir (Görsel 3.4 ve 3.5).

Görsel 3.4: Mercan resifi

Görsel 3.5: Lagün

Ekosistemler, çok çeşitlilik göstermelerine rağmen aynı bileşenlerden meydana gelir ve benzer fonksiyonlara sahiptir. Ekosistemlerde o bölgenin ortam koşullarına ve özelliklerine uyum sağlamış farklı canlı türleri yaşar. Örneğin Tuz Gölü çevresinde sadece yüksek tuz konsantrasyonuna dayanıklı olan bitki türleri yayılış gösterirken Sapanca Gölü çevresinde daha fazla bitki türü yaşayabilir. Çöl ekosistemlerinde ise yüksek sıcaklık ve kuraklığa dayanıklı olan bitki ve hayvan türleri yaşar (Görsel 3.6).

Görsel 3.6: Çöl

Ekosistemlerin işleyişinin bilimsel olarak ele alınıp incelenmesi gerekir. Ekoloji; organizma ve organizmalar arası ilişkileri, bu ilişkiler ağının karşılıklı etkileşimlerini araştırır.

Sıra Sizde

Ülkemizin farklı bölgelerinde değişik özellikler taşıyan göl ekosistemleri mevcuttur. İki göl ekosistemi seçerek orada yaşayan canlı türlerini karşılaştırınız. Canlı türlerindeki farklılıkların sebepleri neler olabilir? Araştırıp sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

3.1.1. Ekosistemin Cansız ve Canlı Bileşenleri

Bir ekosistem, yerküre kadar büyük veya akvaryum kadar küçük olabilir. Fakat her ekosistem belirli bileşenlerden oluşur. Bunların bir bölümü **cansız (abiyotik faktörler)** diğer bir bölümü de **canlı (biyotik faktörler)** bileşenlerdir.

Ekosistemin Cansız Bileşenleri (Abiyotik Faktörler)

Bir ekosistemin varlığını dengeli bir şekilde sürdürmesi ve fonksiyonlarını yerine getirmesi için önemli olan cansız bileşenler ışık, sıcaklık, iklim, su, toprak, mineraller ve ortamın pH değeridir.

Işık: Güneş, yeryüzünde enerjinin asıl kaynağıdır. Güneş ışığının yaklaşık %50'si yeryüzüne ulaşırken diğer kısmı atmosferde absorblanır (emilir) ya da atmosferden yansıtılır. Işık, her canlı üzerinde farklı şekilde etki gösterir. Bu etki; ışığın tipine, yoğunluğuna ve ortamın ışıklanma süresine göre değişir.

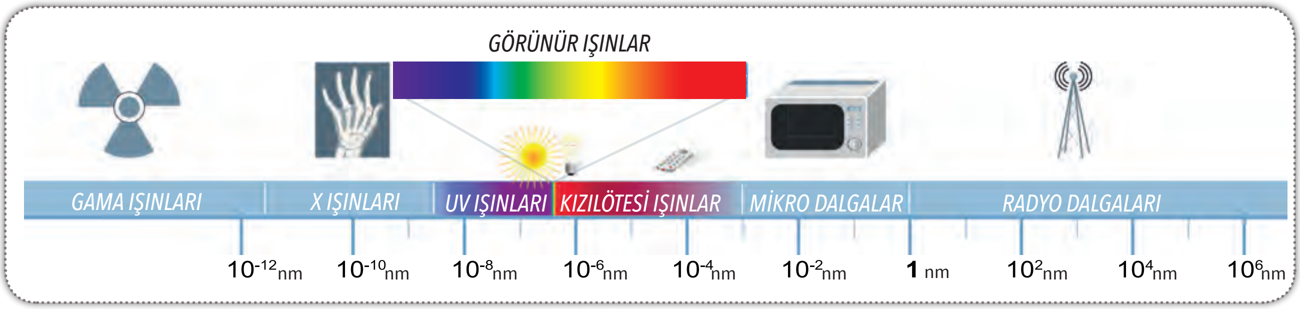
Güneşten kaynaklanan çok farklı ışık tipleri vardır. Bunlardan biri çıplak gözle bakıldığında farklı renklerde ayırt edilebilen **görünür ışıklar**dır. Görünür ışıklar; mor, mavi, yeşil, sarı, turuncu, kırmızıdır ve diğer ışık tipleri ile karşılaştırıldığında canlılardaki metabolik olaylar üzerinde en fazla düzenleyici etkiye sahiptir. Örneğin bitkilerde fotosentez, mor-mavi ve kırmızı ışık altında maksimum hıza ulaşır. Mavi ışık, bitkilerde stomaların açılıp kapanması ve ışığa yönelme olayları üzerinde etkilidir.

Güneşten kaynaklanan diğer bir ışık tipi **ultraviyole (UV) ışık**tır. Uzun süre UV ışığa maruz kalmak zaman içerisinde cilt kanserine neden olabilir. Çıplak gözle UV ışığa uzun süre bakmak, görme bozukluklarına ve körlüğe yol açabilir.

Kızılötesi ışınlar, güneşten kaynaklanan ancak insan gözü tarafından algılanamayan bir ışık tipidir. Bu ışınlar yeryüzünün ısınmasını ve bazı bitki tohumlarının çimlenmesini sağlar.

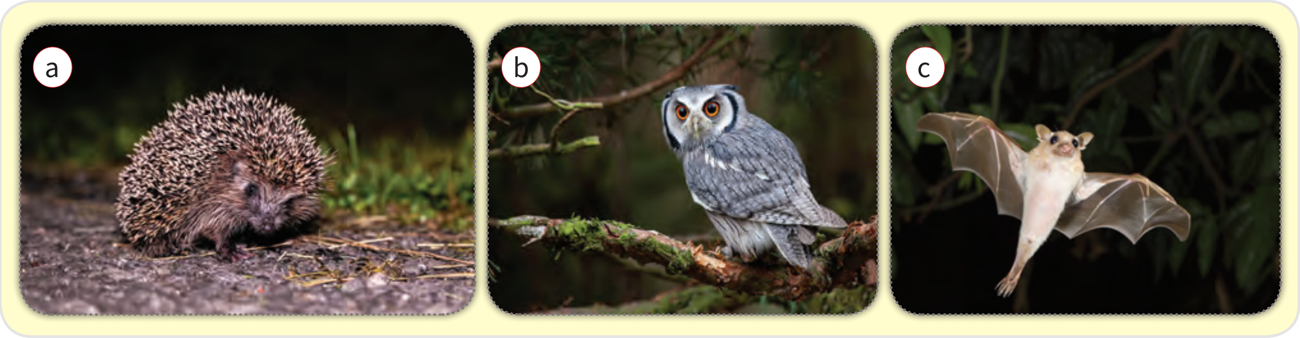
İyonize ışıklar, UV ışık gibi canlılar için zararlı olan X ışınları ve gama ışınlarıdır.

Farklı ışık tiplerinin dalga boylarına göre dizilmesiyle oluşturulan elektromanyetik spektrum Görsel 3.7'de verilmiştir.



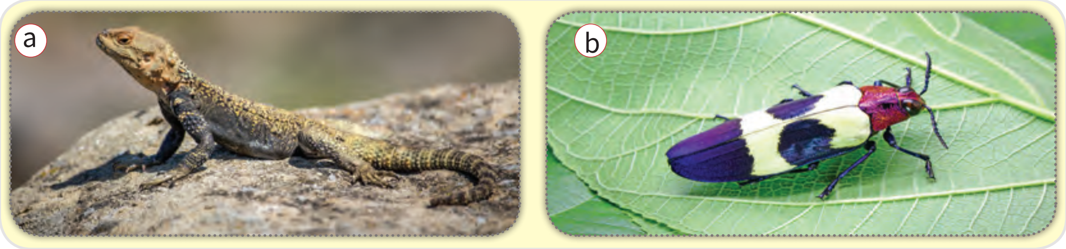
Görsel 3.7: Elektromanyetik spektrum ve farklı dalga boyundaki ışıklar

Işığın yoğunluğu, canlıların birbirinden faklı tepkiler göstermesinde etkili bir faktördür. Örneğin ışık yoğunluğu arttıkça bitkilerde fotosentez hızı belli bir değere kadar artar. Hayvanlarda bazı davranışların ortaya çıkma zamanı da ışık yoğunluğuna bağlı olarak değişir. Örneğin kirpi, baykuş ve yarasa gibi bazı canlılar sadece gece aktiftir (Görsel 3.8). Bu canlılar özellikle avlanma ve beslenme gibi davranışlarını sadece gece gerçekleştirebilir.



Görsel 3.8: Gece aktif olan canlılardan : kirpi (a), baykuş (b), yarasa (c)

Bazı kertenkele ve böcek türü sadece açık havada ve parlak güneş ışığı altında tam olarak aktif duruma geçer (Görsel 3.9).



Görsel 3.9: Gündüz aktif olan canlılardan: kertenkele (a), Bantlı mücevher böceği (b)

Ayrıca ışık, canlıların çoğalma ve göç etme gibi yaşamsal aktivitelerini hangi zaman aralığında gerçekleştireceğini belirler. Işık yoğunluğunun azaldığı dönemlerde kuşların göç etmesi, birçok canlıda yavrulama döneminin sıcak günlerde gerçekleşmesi gibi durumlar ışık yoğunluğundan kaynaklanır.

Dünyanın şeklinden dolayı yeryüzünün farklı bölgelerine ulaşan ışığın yoğunluğu da farklıdır. Kutup bölgeleri az, ekvator daha yoğun ışık alır. Bu nedenle ortama ulaşan ışık yoğunluğuna bağlı olarak bitkilerin yeryüzündeki dağılımı da değişir.

Işıklanma süresi, ekosistemi etkileyen ve ışığa bağlı olan önemli faktörlerden biridir. Bitkiler, gündüz (aydınlıkta) fotosentez ve oksijenli solunum; gece (karanlıkta) oksijenli solunum yapar. Bazı bitkilerde de yaprak ve çiçekler aydınlıkta açılır, karanlıkta kapanır. Işıklanma süresi bitkilerde çiçeklenme zamanının belirlenmesi için önemlidir. Çiçeklenebilmesi için gerekli kritik uzun bir ışık perioduna gereksinim duyan bitkilere **uzun gün bitkileri** denir. Buğday, dereotu, şeker pancarı, turp ve ıspanak gibi bitkiler örnek olarak verilebilir (Görsel 3.10). Çiçeklenebilmesi için gerekli kritik uzunluktan daha kısa süre ışık perioduna gereksinim duyan bitkilere **kısa gün bitkileri** denir. Soya, tütün, patates ve kasımpatı örnek olarak verilebilir (Görsel 3.11). Bazı bitkiler ışıklanma süresinden bağımsız bir şekilde çiçeklenme yeteneğine sahiptir. Bu gruba giren bitkiler **nötr gün bitkisi** olarak bilinir. Pamuk, ayçiçeği, domates, karahindiba nötr gün bitkilerinden bazılarıdır (Görsel 3.12).

Görsel 3.10: Uzun gün bitkisi: dereotu

Görsel 3.11: Kısa gün bitkisi: soya

Görsel 3.12: Nötr gün bitkisi: karahindiba

Işıklanma süresi, omurgalı hayvanların üremesinde etkilidir. Böceklerin uygun olmayan şartlarda durgunluk evresine (büyüme-gelişmenin durması) girmesine sebep olur.

Sıcaklık: Canlı vücudunda biyokimyasal tepkimelerin gerçekleşmesini sağlayan enzimlerin çalışmasını önemli ölçüde etkiler. Enzimlerin çalışabilmesi için sıcaklık değerlerinin belirli aralıkta olması gerekir. Sıcaklık değerlerindeki değişim, enzimin yapısına etki ederek biyokimyasal tepkimelerin gerçekleşmesini engeller. Bu nedenle sıcaklık, canlıların yeryüzünün hangi bölgelerinde yaşayabileceğini belirlemede en önemli faktörlerden biridir. Bitkilerin yayılış alanı da sıcaklık değerlerine göre değişim gösterir. Örneğin ülkemizde Akdeniz, İç Anadolu ve Karadeniz Bölgesi'nde bitki çeşitliliği birbirinden farklıdır (Görsel 3.13, Görsel 3.14 ve Görsel 3.15).

Görsel 3.13: Akdeniz Bölgesi

Görsel 3.14: İç Anadolu Bölgesi

Görsel 3.15: Karadeniz Bölgesi

Bazı hayvanlar yüksek sıcaklıkta, bazıları da düşük sıcaklıkta yaşayabilir. Çöldeki sürüngenler ve kutuplardaki penguenler buna örnek gösterilebilir. (Görsel 3.16 ve Görsel 3.17).

Görsel 3.16: Çöl yılanı

Görsel 3.17: Penguen

Sıcaklık değişimleri bazı hayvanlarda göç etme, kış uykusu, yaz uykusu ve gece aktif olma gibi davranışlara yol açar. Örneğin çölde yaşayan akrepler geceleri aktiftir.

İklim: Belirli bir bölgede uzun zaman aralığında etkili olan atmosfer koşullarına **iklim** denir. Bir bölgenin iklimini; o bölgenin ekvatora olan uzaklığı, deniz seviyesinden yüksekliği, denize uzaklığı, yeryüzü şekilleri, bitki örtüsü gibi faktörler belirler.

Canlılar iklimsel değişimlerden etkilenir. İklim; canlıların gelişimini, üremelerini, yeryüzüne yayılışlarını ve davranışlarını şekillendirir. Örneğin ülkemizde çay ve fındık gibi bitkiler Karadeniz ikliminin hâkim olduğu Karadeniz Bölgesi'nde yaygın bir şekilde yetiştirilirken portakal, turunç ve muz gibi bitkiler Akdeniz ikliminin hâkim olduğu Akdeniz Bölgesi'nde yaygın olarak yetiştirilmektedir (Görsel 3.18 ve Görsel 3.19).

Görsel 3.18: Çay

Görsel 3.19: Turunç

Su: Canlılık faaliyetlerinin gerçekleşebilmesi, doğrudan ya da dolaylı olarak suya bağlıdır. Tüm canlılarda görev alan enzimler ortamdaki su miktarının belirli bir değerin altına düşmesi durumunda çalışamaz. Bu durum canlıların enzimatik aktivitelerini gerçekleştirmelerini engeller. Bir bölgede mevsimsel olarak değişen yağış miktarı, bitkilerin yayılışını etkiler. Fazla yağış alan bölgelerde ormanlar ve çayırlar daha çok gelişir. Yağışı az olan kurak bölgelerde tek yıllık ve genellikle tohumla üreyen bitkiler yer alır.

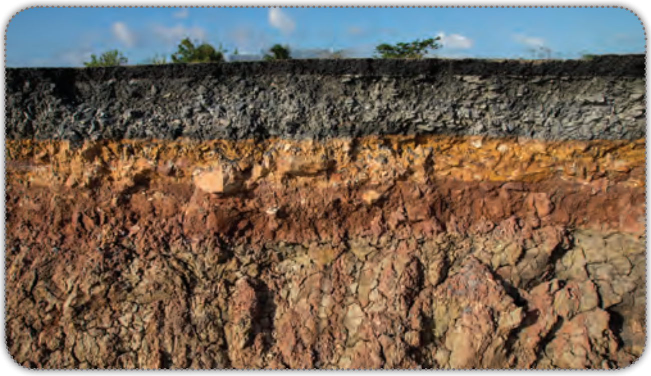
Bitkilerde su eksikliği, fizyolojik aktiviteleri olumsuz etkiler. Diğer taraftan bitkiler, terleme ve damlama yoluyla suyun fazlasını vücutlarından uzaklaştırır. Böylece bitki dokularında sıcaklığın kontrolü de sağlanmış olur (Görsel 3.20).

Görsel 3.20: Bitkilerde damlama

Hayvanlarda su miktarının dengede tutulması yaşamsal faaliyetlerin düzenlenmesinde önemlidir. Hayvanlar, su gereksinimini içme yoluyla ya da besinlerdeki sudan sağlar (Görsel 3.21).

Görsel 3.21: Su ihtiyacını gideren hayvanlar

Toprak ve Mineraller: Toprağın yapısında organik ve inorganik maddeler bulunur. Topraktaki organik maddelerin kaynağı çürümüş bitki ve hayvan kalıntılarıdır; inorganik maddeler, su ve çeşitli minerallerdir. Birçok canlıya yaşama ortamı oluşturan toprak, katmanlı bir yapıya sahiptir (Görsel 3.22). Toprağın en verimli katmanı yüzeye yakın olan yaklaşık 20 cm'lik kısmıdır. Toprağın özellikleri, taşıdığı maddelerin yoğunluğuna göre değişir. Bu maddelerin yoğunluğu toprak tiplerini belirler. Örneğin humuslu toprak tipi, organik madde bakımından çok zengindir. Toprağın üzerinde yetişen bitki örtüsü ve o alanda yaşayan hayvanlar toprağın özelliğine göre dağılım gösterir.



Görsel 3.22: Toprak katmanları

Topraktaki mineraller, bitkiler tarafından suda çözünmüş olarak alınır ve o bölgede yetişen bitki türlerini etkiler. Azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, kükürt, demir, çinko, bakır, molibden ve mangan toprakta bulunan minerallerden bazılarıdır. Hayvanlar, mineral ihtiyacını genellikle bitkilerden ya da diğer hayvanlardan karşılar.

Ortamın pH Değeri: Ortamın pH değeri, canlıların yaşamsal faaliyetlerini etkiler. Her canlının yaşamını sürdürdüğü uygun bir pH değeri vardır. Karasal ve sucul ekosistemlerde bilinçsizce kullanılan tarım ilaçları, gübreler, asit yağmurları, kimyasal atıklar, çöp ve kanalizasyon atıkları pH değişikliklerine neden olur. Toprağın pH değerinin değişmesi, bitkileri ve bunlarla beslenen diğer canlıları da etkiler. Sucul ortamdaki pH değişiminden algler, planktonlar, balıklar, su bitkileri gibi canlılar etkilenir.

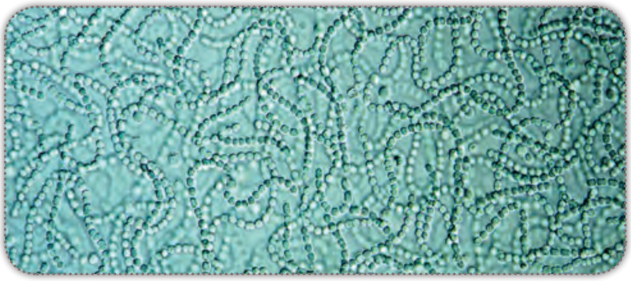
Sıra Sizde

Toprağın pH değerinin değişmesinin, bitkilere ve bunlarla beslenen diğer canlılara olan etkilerini bir örnek üzerinden araştırarak sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

Ekosistemin Canlı Bileşenleri (Biyotik Faktörler)

Bir ekosistemin dengeli bir şekilde varlığını sürdürebilmesi için gerekli olan canlı bileşenler; üreticiler, tüketiciler ve ayrıştırıcılardır.

Üreticiler (Ototroflar): İnorganik maddeleri, organik maddelere dönüştürerek kendi besinlerini üreten canlılara **üreticiler** (ototrof) denir. Siyanobakteriler, fitoplanktonlar, algler ve bitkiler; üretici canlı gruplarıdır (Görsel 3.23 ve 3.24). Üreticiler, besin maddelerini üretme ve atmosferdeki oksijen ile karbondioksit dengesini koruma bakımından oldukça önemlidir. Ayrıca bitkiler, toprağın üst kısmını tutarak erozyonu önlemede de etkilidir.



Görsel 3.23: Siyanobakteri

Görsel 3.24: Alg

Tüketiciler (Heterotroflar): Besinlerini dışarıdan hazır olarak alan canlılara **tüketici** (heterotrof) denir. Bazı bakteriler, protistlerin birçoğu, mantarlar ve hayvanlar tüketicidir.

Ayrıştırıcılar: Canlıların atık organik moleküllerini ve ölü kalıntılarını hücre dışına salgıladıkları enzimler sayesinde inorganik moleküllere parçalayan organizmalara **ayrıştırıcılar** denir. Bazı bakteriler ve bazı mantarlar ayrıştırıcıdır. Bu canlılar, organik maddeleri inorganik hâle getirerek yeniden üreticilerin kullanımına sunar ve böylece ekosistemde madde döngüsüne katkıda bulunurlar.

Popülasyon, Komünite ve Ekosistem

Aynı coğrafik bölgede yayılış gösteren tek bir türe ait bireylerin oluşturduğu gruplara **popülasyon** denir. Sapanca Gölü'nde yaşayan aynalı sazanlar (*Cyprinus carpio*; siprinus karpio), Sarıkamış ormanındaki sarı çamlar (*Pinus sylvestris*; pinus silvestris), Bayburt'ta yetişen tarhun otu (*Artemisia dracunculus*; artemisya dırakunkulus), Toros Dağları'nda yetişen kekik bitkisi (*Thymus vulgaris*; timus vulgaris) popülasyona örnektir (Görsel 3.25).

Görsel 3.25: Popülasyon örnekleri : aynalı sazan (a), sarı çam (b), tarhun otu (c), kekik bitkisi (d)

Belli bir alanda yaşayan tüm türlere ait canlıların oluşturduğu bütüne **komünite** denir. Komüniteler farklı türe ait popülasyonlardan oluşur. Örneğin Sapanca Gölü'ndeki aynalı sazan türü, tek başına bir popülasyonu oluştururken aynı ortamda yaşayan diğer canlı türleri ile birlikte komüniteyi oluşturur. Komünitelerin büyüklükleri ve kapsamları değişiklik gösterir. Komünite, kuru yaprak üzerinde yaşamını sürdüren farklı mikroorganizma türlerinden oluşabileceği gibi Ilgaz Dağları'nda yaşayan canlı türlerinden de oluşabilir (Görsel 3.26).

Görsel 3.26: Komünite örnekleri: kuru yaprak (a), çöl (b), Ilgaz Dağları (c)

Örnek

Ekosistemin canlı ögelerinden olan üreticiler ile ilgili verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

A) Prokaryot ve ökaryot hücre yapısında olabilirler.
B) Güneş enerjisini kimyasal bağ enerjisine çevirirler.
C) Ürettikleri besinlerin bir kısmını diğer canlılara aktarırlar.
D) Kendi besinlerini ürettikleri için cansız ortamdan madde almazlar.
E) İnorganik maddelerden organik madde üretirler.

Çözüm

Cevap D seçeneğidir. Besin üretebilmek için cansız ortamdan inorganik madde alırlar.

Örnek

Ekosistemdeki ayrıştırıcı organizmalar aşağıdaki özelliklerden hangisine sahip değildir?

A) Toprağın inorganik madde bakımından zenginleşmesini sağlar.
B) Ekosistemin önemli üretici canlı grubudur.
C) Üretici ve tüketici organizmalarla etkileşimdedir.
D) Organik maddeleri parçalayarak besin ihtiyacını karşılar.
E) Doğadaki madde döngülerinde rol oynar.

Çözüm

Cevap B seçeneğidir. Ayrıştırıcılar üretici canlı değildir.

Sıra Sizde

- *Bir türe ait bireylerin birim alan veya birim hacimdeki sayısı popülasyon yoğunluğu olarak tanımlanır. Aynı türe ait bireylerin farklı ekosistemlerde yoğunluklarının farklı olmasının sebepleri neler olabilir?*
- *Dünya üzerindeki komünitelerde tür zenginliği genellikle ekvatordan kutuplara doğru azalır. Bunun sebepleri neler olabilir? Araştırarak sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.*

Örnek

Aşağıdakilerden hangisi aynı ortamda yaşayan ve iki farklı popülasyonu oluşturan canlılar arasında rekabete sebep olur?

A) Doğal yaşam alanlarının farklı olması
B) Üreme dönemlerinin aynı olması
C) Aynı besin çeşidiyle beslenmeleri
D) Birinin, diğerinin besini olması
E) Ekolojik işlevlerinin farklı olması

Çözüm

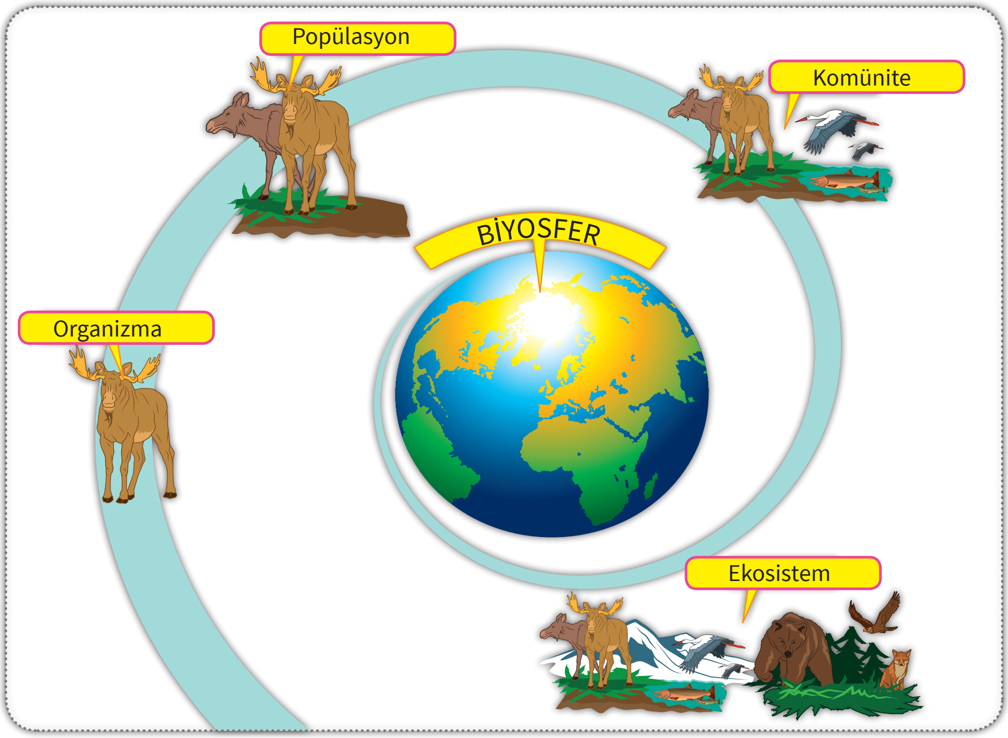
Cevap C seçeneğidir. Aynı türden beslenen canlılar arasında alan, besin vb. durumları rekabeti dolaylı olarak etkiler. Yaşam alanları farklı olan canlılar arasında rekabet gerçekleşmez. Farklı türden canlıların üreme dönemlerinin aynı olması rekabete neden olmaz. Birinin, diğerinin besini olması av-avcı ilişkisine neden olur. Farklı türden canlıların ekosistemde farklı görevi gerçekleştirmeleri rekabete sebep olmaz.

Her bir tür, kendi komünitesindeki diğer türler ile özgün bir etkileşime sahiptir. Ayrıca bir komünite, barındırdığı canlıların kütlesine ve enerji akışına göre bir bütün olarak çalışır.

Komüniteler, kendi kendine yeten müstakil canlı toplulukları gibi görünse de burada yaşayan canlıların kökeni çok farklı olabilir. Örneğin kilometrelerce uzak bölgelerden gelen bazı kuşların yedikleri tohumların sindirim kanalının bir ucundan diğer ucuna gitmesi 5-11 saat sürer. Kuşlar, bu süre içerisinde 1.400 km yol alır ve tekrar beslenmek üzere indiklerinde sindiremedikleri tohumları dışkı yoluyla bu alana bırakır. Bu şekilde uzaklardan gelen tohumlar, farklı bir komünitede çimlenerek bu ortamda o türe ait yeni bir popülasyon oluşturabilir.

Komüniteler, tür zenginliği bakımından da belirgin olarak farklılık gösterir. Aynı tipteki komüniteler bile farklı bölgelerde farklı sayıda tür içerebilir. Örneğin Iğdır Ovası'nda yaşayan canlı türleri ile Adapazarı Ovası'nda yaşayan canlı türleri ve türlerin birey sayısı arasında farklılıklar görülür.

Komünitelerdeki güneş ışığı, düzenli enerji kaynağıdır ve fotosentez yapılmasını sağlar. Komünitelerin çoğunluğunda fotosentez yapan canlılar, güneş enerjisini diğer organizmaların kullanabileceği kimyasal bağ enerjisine dönüştürür. Komüniteyi oluşturan canlılar, hem beslenme hem de enerji transferi bakımından farklı düzeylerde sürekli etkileşim hâlindedir. Komüniteler, belli bir alandaki tüm popülasyonları; ekosistemler ise komüniteleri ve bu komünitelerin etkileşim hâlinde olduğu fiziksel ve kimyasal çevreyi kapsar. Dünya üzerindeki tüm ekosistemler **biyosferi** oluşturur (Görsel 3.27).



Görsel 3.27: Organizma, popülasyon, komünite, ekosistem, biyosfer

Ekosistem Soruları

Ekosistemde Meydana Gelen Değişikliklerin Sonuçları

Ekosistemlerin sürekliliği, canlı ve cansız ögeler arasındaki ilişkiye bağlıdır. Bunlardan birinde meydana gelebilecek bozulma ya da yok olma, diğer ekosistem ögelerini de etkileyecektir.

Doğa, binlerce yıldır bir düzen içerisinde yaşamını sürdürse de birtakım değişiklikler bu düzeni etkiler. Bu değişikliklerin bazıları, bizzat insan eliyle gerçekleşirken bazıları da doğal olaylar sonucu gerçekleşir.

Doğal afetler, ekosistemde önemli değişikliklere sebep olur. Örneğin yanardağ patlamaları, yeryüzü şekillerini değiştirebildiği gibi birçok doğal çevreyi de yok edebilir. Denizlere ulaşan lavlar, denizdeki canlı yaşamını olumsuz etkilerken atmosferde oluşan kirlilik de farklı kıtaları etkileyebilir. Buna örnek olarak İtalya'da bulunan Etna Yanardağı'ndaki patlamalar ve bunun ekolojik sonuçları verilebilir (Görsel 3.28).

Görsel 3.28: Etna Yanardağı

Sıra Sizde

Etna Yanardağı'nın çevreye verdiği zararlı etkiler nelerdir? Araştırarak sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

Dünyada enerji üretiminde nükleer enerji santralleri önemli yer tutmaktadır (Görsel3.29). Depremler çok sayıda yapının ve insanların zarar görmesine sebep olan doğal afetlerdir (Görsel 3.30). Örneğin Japonya'da olan depremin sonucunda gerçekleşen tsunaminin de etkisiyle nükleer enerji santrallerinde radyasyon sızıntısı meydana gelmiştir. Sızan radyasyonun çevreye yayılması ve denize karışması, boyutları oldukça büyük bir çevre kirliliğine neden olmuştur. Bu zararlı etki, bulunduğu bölgeyi ve dünyayı tehlike altında bırakmıştır. Hem deprem hem tsunami nedeniyle oluşan zararlı etkilerin yok edilmeye çalışılması için daha çok kaynak kullanımına gidilmesi çevre kirliliğini tetiklemiştir.

Görsel 3.29: Nükleer enerji santralleri

Görsel 3.30: Japonya depreminin sebep olduğu yıkım

Sıra Sizde

Dünya üzerinde çok sayıda ülke, enerji üretiminde nükleer santralleri tercih ederken bazı ülkeler çevreye verdiği zararlar nedeniyle başka enerji kaynaklarına yönelmektedir. Nükleer enerji santrallerinin çevreye verdiği zararlı etkiler nelerdir? Araştırarak sınıf ortamında arkadaşlarınızla tartışınız.

Büyük boyutlarda yıkımlara sebep olan doğa olaylarından biri de sel felaketidir. Sel felaketleri, bir yandan yerleşim alanlarını yaşanmaz hâle getirirken diğer yandan tarımsal faaliyetleri olumsuz etkiler. Sellerin yanı sıra şiddetli fırtınaların da çevreye verdiği zararlar büyüktür. Örneğin Amerika'da gerçekleşen fırtına ve kasırgalar onlarca insanın hayatını kaybetmesine ve birçok çevresel felakete sebep olmaktadır.

Son 50 yılda insan nüfusunun hızla artması ve buna bağlı olarak gelişen teknoloji, çevreye zarar vermektedir. Bu durum ekosistemlerin doğal yapısını bozmaktadır. Toprak erozyonu, bitki örtüsünün ve ormanların tahrip edilmesi, su kaynaklarının azalması ekosistemin doğal dengesini bozan diğer faktörlerdir. Bunların sonucunda ekosistemlerde çok sayıda canlı türü yok olma tehlikesiyle karşı karşıya gelmiştir. Fakat insan türü; zekâsını, ekosistemin kendisine sunduğu imkânları ve teknolojiyi olumlu yönde kullanırsa kendisinin aynı zamanda diğer canlıların neslinin tükenmesini engelleme konusunda başarıya ulaşabilir.

SUNUM

Sunumun adı: Bir Ekosistem Tanıtımı
Amaç: Çevredeki ekosistemleri tanımak
Araç gereç: Çeşitli kayıt cihazları

Uygulama

- Çevrenizde gözlemlemek istediğiniz bir ekosistem belirleyiniz.
- Ekosisteme ait canlı ve cansız ögelerin fotoğraflarını çekiniz.
- Çektiğiniz fotoğrafları, bilgisayar üzerinde birleştirerek kısa bir sunu hazırlayınız.

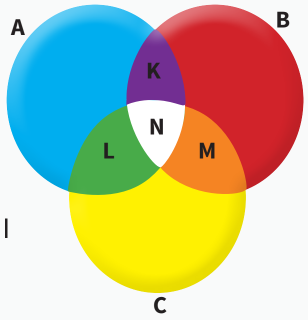
Sonuçlandırma

Hazırladığınız sunuyu sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Örnek

Farklı ekosistemler arasındaki kesişme bölgelerine **ekoton** denir. Bu bölgeler tür çeşitliliği bakımından zengindir. Örneğin çayır ekosistemi ile orman ekosisteminin geçiş bölgesi olan ekotonda, çalılar ve kısa boylu ağaç türleri birlikte bulunabilir. Bu geçiş bölgelerinde canlı çeşitliliği fazla, madde döngüleri hızlı, canlılar arası rekabet çoktur.

Aşağıda A, B, C ekosistemleri ve bu ekosistemlerin kesişimleri ile oluşan K, L, M, N ekotonları gösterilmiştir.



Buna göre

I. N bölgesinde A bölgesine göre tür çeşidi daha fazladır.
II. C ekosisteminde suda yaşayan canlı vardır.
III. N bölgesi, K bölgesinden daha çok yağış alır.

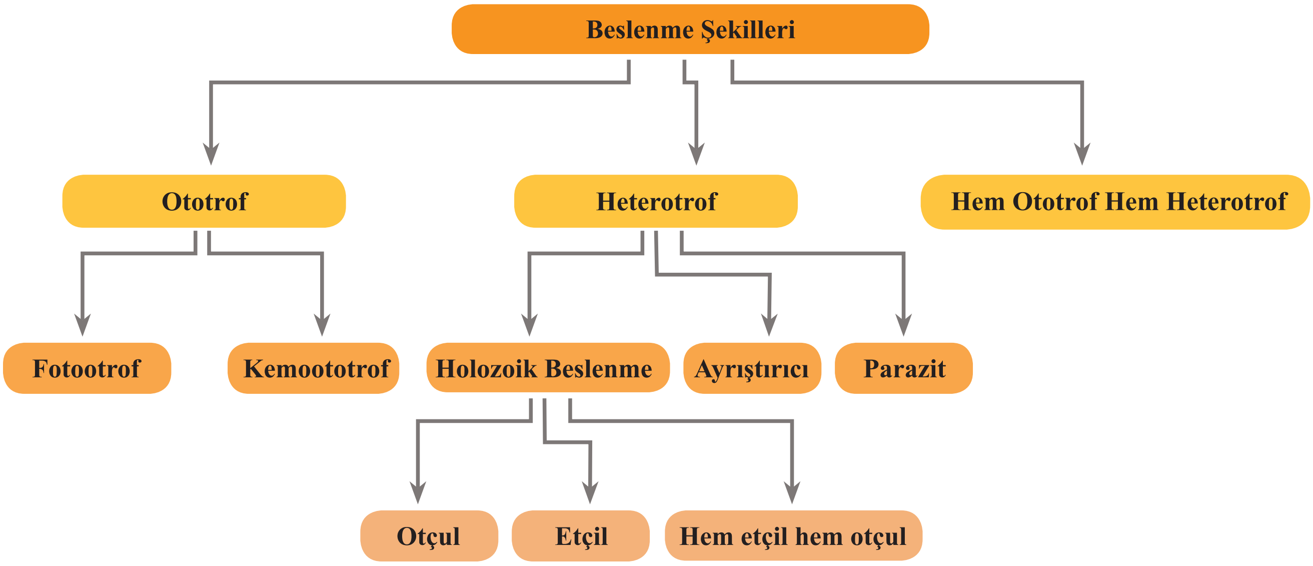
ifadelerinden hangileri kesinlikle doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C)I ve III D) II ve III E) I, II ve III

Çözüm

Cevap A seçeneğidir.
N bölgesi 3 ekosistemin kesişim bölgesi olduğundan (ekoton) tür çeşitliliği en fazla olan bölgedir.
C ekosisteminin yapısı hakkında bilgi verilmediğinden suda yaşayan canlı olup olmadığı kesin olarak söylenemez.
N bölgesi A, B, C ekosistemlerinin geçiş bölgesi olduğundan bu ekosistemlerin herhangi birinden daha yağışlı olduğu kesin olarak söylenemez.

3.1.2. Canlılarda Beslenme Şekilleri



Ekosistemdeki canlılar beslenme biçimlerine göre ya ototrof ya heterotrof ya da hem ototrof hem heterotrof canlılar olmak üzere üç gruba ayrılarak incelenir.

Ototrof (üretici), ihtiyacı olan besin maddelerini kendi üreten canlılardır.

Fotoototrof canlılar, kendi besinlerini üretirken ışık enerjisi kullanırlar. Örneğin bitkiler, bazı protistalar, bazı prokaryotlar ve algler fotosentez yapar.

Kemoototrof canlılar, besinlerini üretirken inorganik maddelerin oksidasyonuyla açığa çıkan kimyasal enerjiyi kullanırlar. Örneğin bazı bakteriler ile birçok arke, kemosentez yapan canlılardır. Heterotrof (tüketici), ihtiyacı olan besin maddelerini dışarıdan hazır alanlar canlılardır. Heterotrof canlılar beslenme farklılıklarına göre holozoik, ayrıştırıcı ve parazit olarak üçe ayrılır.

Holozoik canlılar, besinlerini parça veya bütün olarak alırlar. Bu şekilde beslenmeye **holozoik beslenme** denir. Holozoik beslenen canlılar, bütün olarak aldıkları besin maddelerini sindirim sistemlerinde küçük parçalara ayırır. Beslenme durumlarına göre ya otçul ya etçil ya da hem etçil hem otçul olarak gruplandırılır.

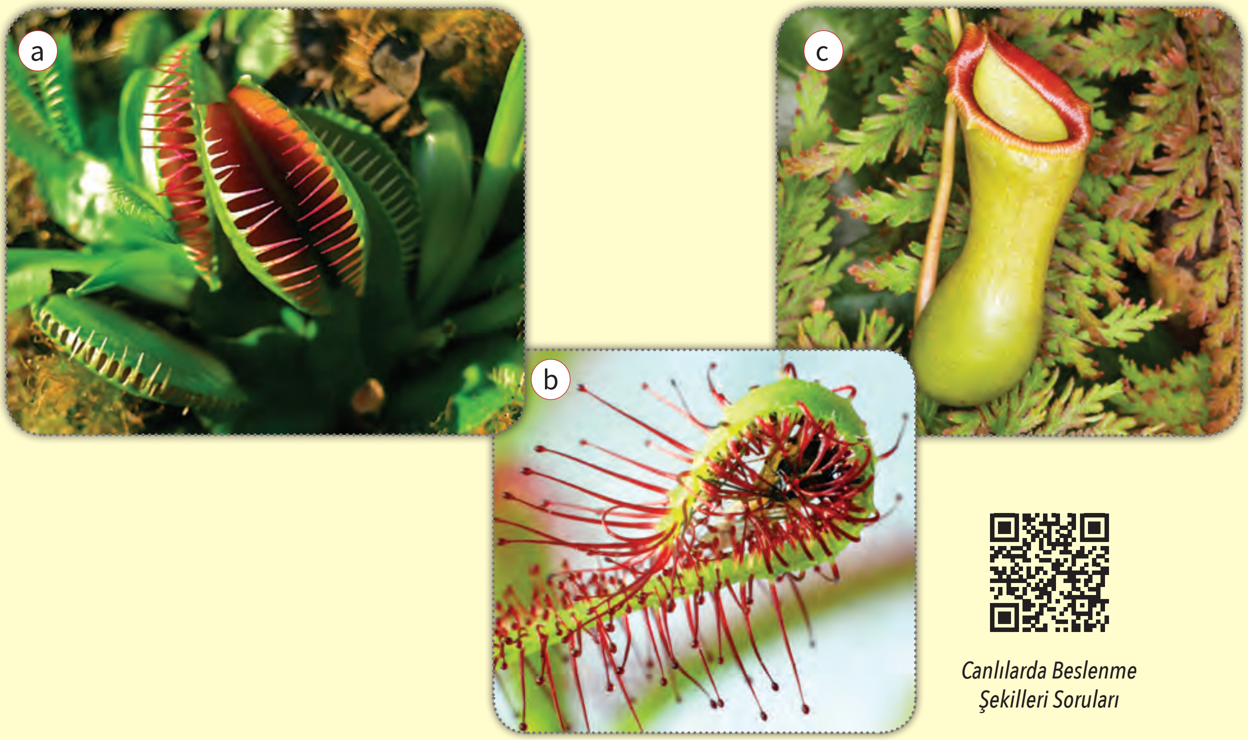
Otçullar (herbivorlar), bitkisel kaynaklı beslenir. Öğütücü dişleri gelişmiştir. Bağırsakları uzundur ve sindirim sistemlerinde selülozu sindirmeye yardım eden bakteriler bulundurur. Sindirimleri uzun sürer. Bitkileri yiyen hayvanlar birincil tüketici olup koyun, keçi, tavşan, deve, inek, geyik, ceylan ve kunduz bunlara örnek olarak verilebilir.

Etçiller (karnivorlar), hayvansal kaynaklı beslenir. Parçalayıcı dişleri (köpek dişleri) gelişmiştir. Mideleri bölmesiz, bağırsakları kısadır. Sindirimleri kısa sürer. Otçul hayvanları yiyen hayvanlar ikincil tüketici (karnivor) olup aslan, kaplan, kurt, sırtlan, tilki ve panter bunlara örnek oluşturur.

Hem etçil hem otçullar (omnivorlar), bitkisel ve hayvansal kaynaklı beslenir. Ağızlarında hem kesici parçalayıcı hem de öğütücü dişler bulunur. Mideleri tek bölmelidir ve bağırsakları orta uzunluktadır. İnsan, ayı, domuz, serçe, sığırcık, karga, hindi, turna ve ev faresi bu grupta bulunan canlılardır.

Ayrıştırıcı canlılar; canlıların iskelet, dışkı ve dökülmüş yaprak gibi organik döküntülerini; hücre dışına salgıladıkları sindirim enzimleriyle parçalayarak ölü organizma kalıntılarını tüketirler. Bu sayede doğal madde döngüsünde görev alırlar.

Hem ototrof hem heterotrof olanlar, böcekçil bitkiler ve öglena gibi canlılardır. Böcekçil bitkiler, azot bakımından fakir topraklarda yaşar. Topraktan karşılayamadıkları azot ihtiyacını yakaladıkları böceklerin proteinlerini sindirerek karşılar. Hücre dışı sindirimle açığa çıkan amino asitleri hücre içine alarak kendi proteinlerini sentezler. Bu şekilde heterotrof beslenen böcekçil bitkiler, aynı zamanda fotosentez yaparak kendi besinini üretir. *Dionaea muscipula* (Diyonea mussipula), *Drosera capensis* (Dırosera kapensis) ve *Nepenthes maxima* (Nepentes maksima) böcekçil bitkilerdendir (Görsel 3.31). Öglena, ışık varlığında fotosentez yapar. Fotosentez yapamadığı zamanlarda suda çözünmüş hâlde bulunan organik maddelerle beslenir.



Canlılarda Beslenme Şekilleri Soruları

Görsel 3.31: Böcekçil bitkiler: *Dionaea muscipula (a), Drosera capensis (b), Nepenthes maxima (c)*

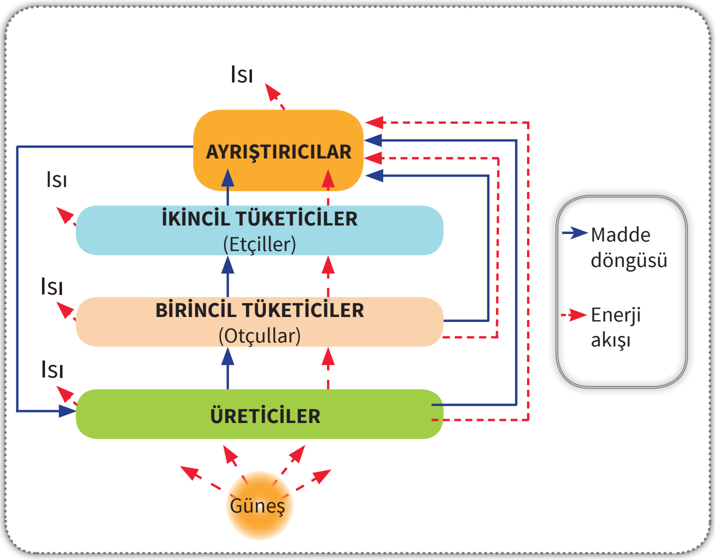
3.1.3. Ekosistemde Madde ve Enerji Akışı

Bir ekosistemin görevi, kendi içindeki canlı çeşitliliğini devam ettirmek ve çeşitliliği sağlayan türlerin nesillerini sürdürmesine zemin hazırlamaktır. Bunun sağlanması için bir ekosistemdeki en önemli kavramlar, enerji akışı ve madde döngüsüdür.

Cisimlerin iş yapabilme gücüne **enerji** denir. Bir canlının ya da cansız bir maddenin bir noktadan başka bir noktaya hareket etmesi, canlıların ve cansız maddelerin fiziksel ve kimyasal değişime uğraması birer iş olup mutlaka enerji gerektirir. Bu durumda ortamdaki suyun buharlaşması, bitkilerin topraktan mineralleri alması, hücrelerde çeşitli organik maddelerin sentezlenmesi gibi olayların her biri enerji gerektiren işlerdir. Ekosistemlerin varlıklarını sürdürebilmek için kullandığı enerjinin temel kaynağı, güneş enerjisidir.

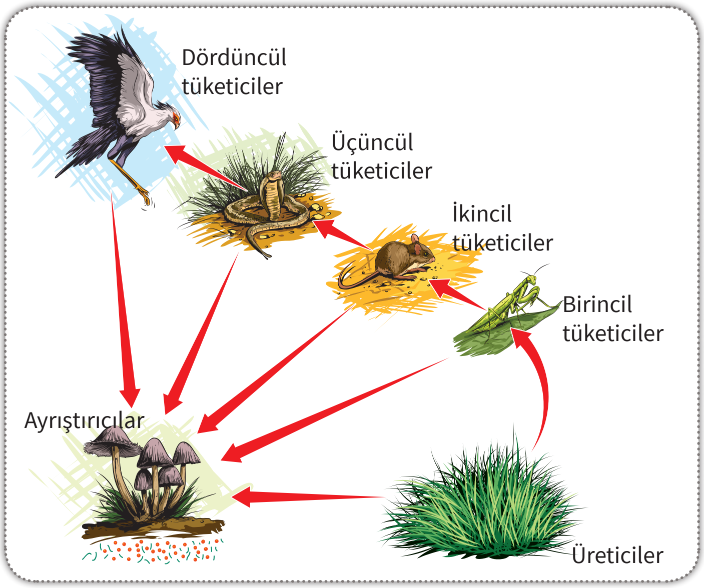
Bir ekosistemdeki bitkiler, güneş enerjisini fotosentez olayı ile kimyasal enerjiye dönüştürerek bu enerjiyi organik bileşiklerin yapısında depolar. Bu enerjinin bir kısmı kendi metabolik işlevlerini yerine getirmek için bitkiler tarafından kullanılırken diğer bir kısmı da bu bitkileri besin olarak tüketen otçulların (birincil tüketici) yapısına girerek kullanılır. Otçul canlılar bu enerjinin bir bölümünü kendi hayatsal faaliyetleri için kullanır. Ancak bir kısmı, otçulları besin olarak tüketen etçillere (ikincil tüketici) geçer. Bu şekilde güneşten başlayarak sırasıyla üreticiler, otçullar en sonunda etçillere doğru sürekli bir **enerji akışı** gerçekleşir ve enerji akışı ekosistemlerde tek yönlüdür.

Doğada canlılığın aksamadan devam edebilmesi için bazı önemli maddelerin kullanılan kadar üretilmesi gerekmektedir. Ekolojik önemi olan bu maddeler canlılar ve çevreleri arasında alınıp verilir. Bu maddeler güneş enerjisi yardımıyla belirli yörüngeleri izleyerek dolaşımlarını tamamlarlar. Maddelerin ekosistemdeki bu dolaşımına **madde döngüsü** denir. Tüm maddeler döngü yoluyla sürekli olarak canlılar tarafından yeniden kullanılır. Madde döngüsü, bir ekosistemin dengeli bir şekilde varlığını sürdürmesi için oldukça önemlidir. Çünkü bu maddeler, canlılar tarafından ortamdan sürekli alınmasına rağmen tekrar ortama geri dönmezse ekosistemin cansız ortamı fakirleşir. Ekosistemin canlı ve cansız ortamındaki bu madde ve enerji akışı ile canlılar arasındaki beslenme ilişkileri ekosistemin dinamik yapısını oluşturur (Görsel 3.32).

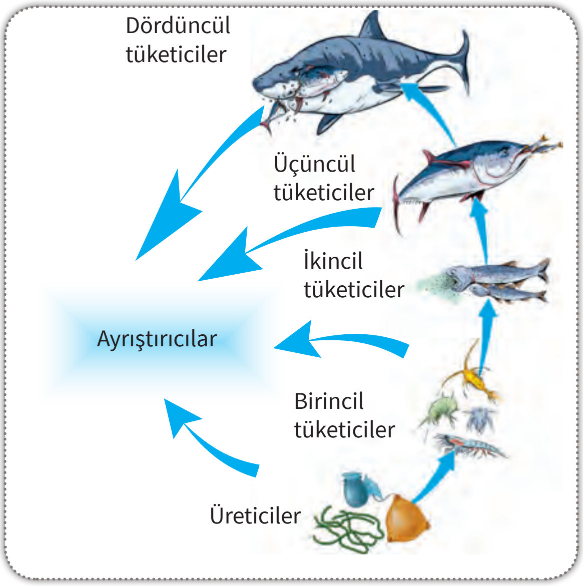

Isı
AYRIŞTIRICILAR
Isı
İKİNCİL TÜKETİCİLER
(Etçiller)
Isı
BİRİNCİL TÜKETİCİLER
(Otçullar)
Isı
ÜRETİCİLER
Güneş
Madde döngüsü
Enerji akışı

Görsel 3.32: Ekosistemde madde ve enerji döngüsü

Güneş enerjisinin besinlerin yapısındaki kimyasal bağ enerjisine dönüşerek üreticilerden tüketicilere doğru aktarılmasına **besin zinciri** denir. Besin zincirleri incelendiğinde hangi canlının hangi canlıyla beslendiği ve enerjisini hangi canlıya aktardığı görülebilir. Karasal ve sucul ortamlarda farklı canlı gruplarından oluşan besin zincirleri bulunur (Görsel 3.33 ve Görsel 3.34).


Dördüncül tüketiciler
Üçüncül tüketiciler
İkincil tüketiciler
Birincil tüketiciler
Ayrıştırıcılar
Üreticiler

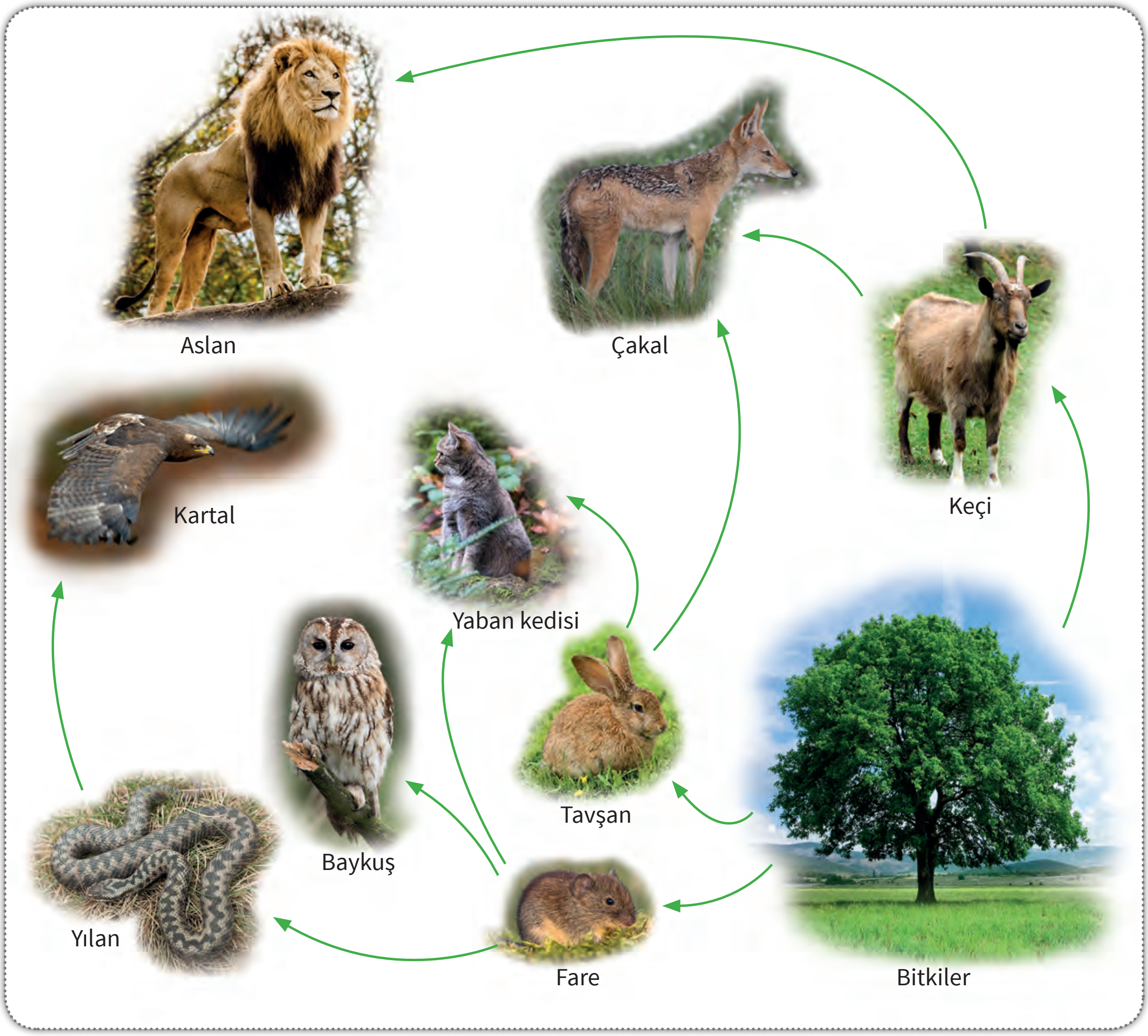
Görsel 3.33: Kara ekosisteminde besin zinciri


Dördüncül tüketiciler
Üçüncül tüketiciler
İkincil tüketiciler
Ayrıştırıcılar
Birincil tüketiciler
Üreticiler

Görsel 3.34: Deniz ekosisteminde besin zinciri

Enerjinin aktarımı aşamasında besin zincirinde potansiyel enerjinin bir kısmı ortama ısı olarak verilir. Bu nedenle besin zinciri ne kadar kısa olursa elde edilen enerji de o oranda fazla olur. Komüniteler içinde yer alan herhangi bir türden canlı, aynı anda birden fazla beslenme düzeyinde yer alabilir. Besin zincirinde otçul bir hayvan hem etçil hem de etçil-otçul beslenen canlılar tarafından besin olarak kullanılabilir. Aynı zamanda etçil-otçul bir canlının besini, sadece etçil bir canlı olabileceği gibi üretici canlı da olabilir.

Besin zincirleri birbirinden kesin sınırlarla ayrılmış dizilimler değildir, tersine birbiriyle değişik derecelerde bağlantı hâlindedir. Besin zincirlerinin bu şekilde birbirleriyle bağlantılı olması sonucunda besin ağı ortaya çıkar. Karasal ve sucul ortamlardaki besin ağları birbirinden farklıdır (Görsel 3.35). Tıpkı besin zincirinde olduğu gibi besin ağında da hangi canlının hangi canlıyı tüketerek beslendiği rahatlıkla gözlenebilir. Bununla beraber besin ağı ve kapsadığı besin zincirleri ekosistemdeki madde ve enerji akışının yönünü belirler.

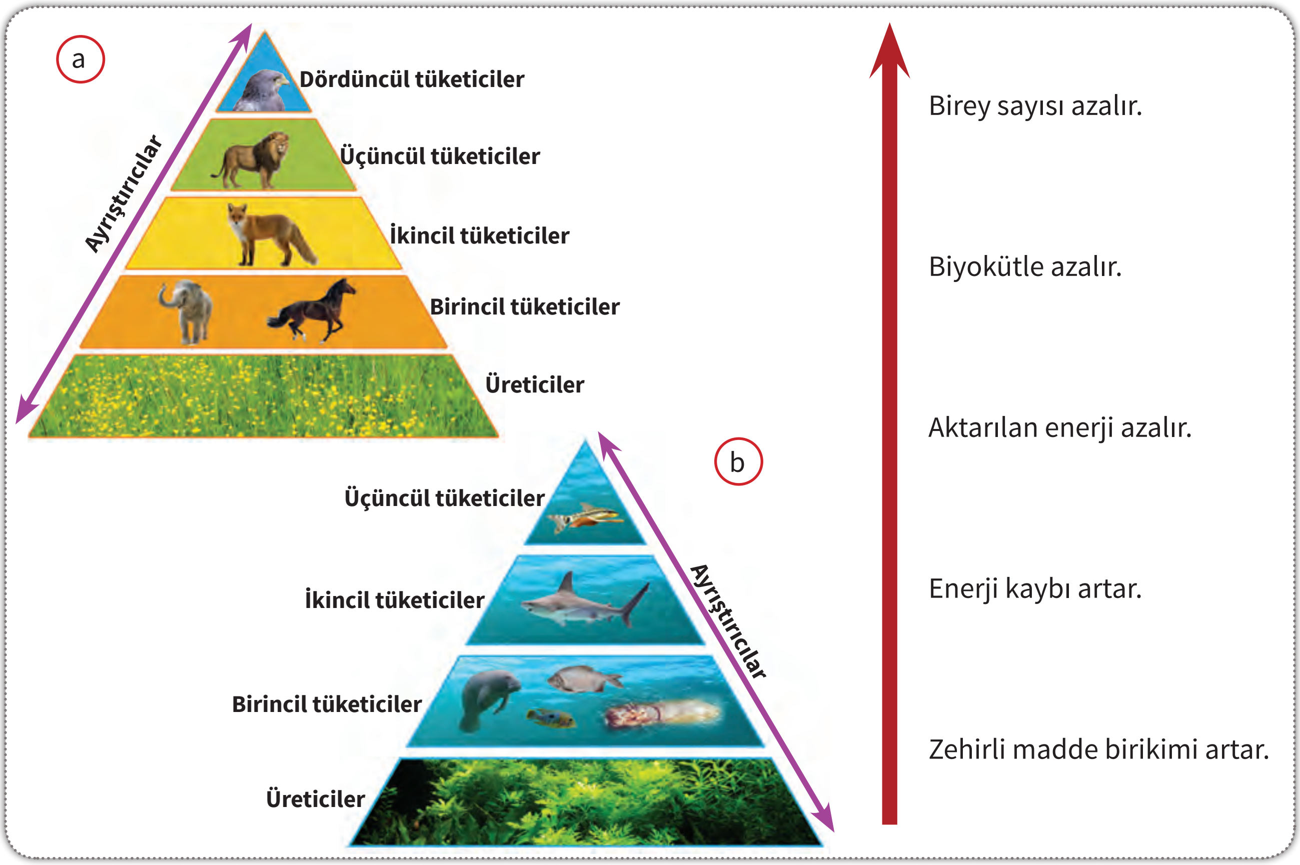


Görsel 3.35: Kara ekosisteminde besin ağı

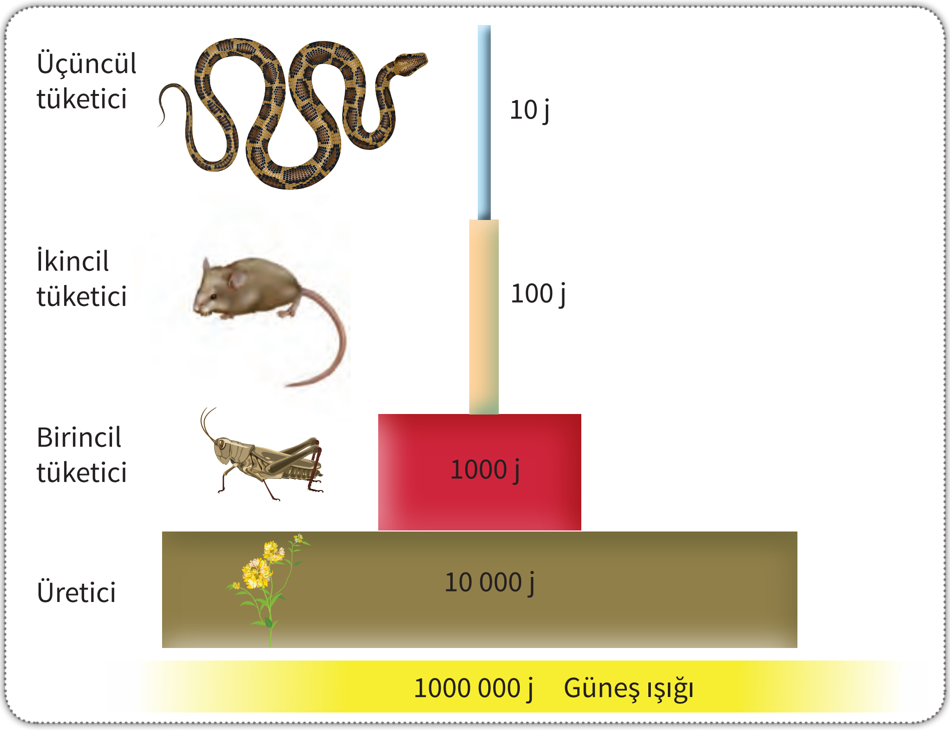
Sıra Sizde

Ekosistemlerde maddenin transferi döngü şeklinde değil tek yönlü gerçekleşmiş olsaydı ne gibi değişikliklerin olması beklenirdi? Araştırıp sınıf ortamında arkadaşlarınızla tartışınız.

Yeryüzünde bulunan canlılar, beslenme durumlarına göre bir piramit üzerine yerleştirildiğinde piramidin taban kısmında üreticilerin bulunduğu görülür. Üretici canlı ile doğrudan beslenen otçullar bir üst tabakada, etçiller daha üst tabakada yer alır. Yeryüzünde bulunan mevcut canlıların piramitte bu şekilde gösterilmesi, madde ve enerji ilişkilerinin bağlantılarını inceleme açısından önemlidir. Besin piramidinin her basamağında ayrıştırıcı canlılar yer alır. Piramitte canlıların oluşturduğu beslenme basamaklarından her birine **trofik düzey** denir. Genelde canlıların her enerji dönüşümünde %90 oranında enerji kaybı olmakta ve enerjinin ancak %10'u bir sonraki beslenme düzeyine aktarılmaktadır. Besin piramidinin her bir basamağında yer alan toplam canlı ağırlığına **biyokütle** denir. Besin piramidinin tabanında yer alan üreticiler (yeryüzündeki tüm üreticiler), toplam ağırlığı (biyokütlesi) en fazla olan canlılardır. Piramidin tabanından yukarı doğru çıkıldıkça her basamaktaki canlıların biyokütlesi azalır. Aynı zamanda piramidin tabanından yukarı doğru her basamakta birey sayısı azalır fakat kural olarak canlıların vücut büyüklükleri artar. Aktarılan enerji azalırken canlı vücutlarında zehirli madde birikimi artar (Görsel 3.36 ve 3.37).


a
Dördüncül tüketiciler
Üçüncül tüketiciler
İkincil tüketiciler
Birincil tüketiciler
Üreticiler
Ayrıştırıcılar
b
Üçüncül tüketiciler
İkincil tüketiciler
Birincil tüketiciler
Üreticiler
Ayrıştırıcılar
Birey sayısı azalır.
Biyokütle azalır.
Aktarılan enerji azalır.
Enerji kaybı artar.
Zehirli madde birikimi artar.

Görsel 3.36: Besin piramidi; karada (a), suda (b)


Üçüncül tüketici
10 j
İkincil tüketici
100 j
Birincil tüketici
1000 j
Üretici
10 000 j
1000 000 j Güneş ışığı

Görsel 3.37: Enerji piramidi

Bunları Biliyor musunuz?

Bir beslenme düzeyindeki ortalama enerjinin ancak %10'luk kısmı bir sonraki beslenme düzeyine aktarılır. Bunun nedenlerinden biri, tüketici canlıların beslendiği diğer canlıların tüm kısımlarını besin maddesi olarak kullanamamasıdır. Örneğin otçul beslenen bir hayvan, çimlerin yapraklarını yerken kök gibi bazı kısımlarını yiyemez. Başka bir canlı da bitkinin sadece köküyle beslenirken yapraklarını ve diğer kısımlarını gıda olarak kullanamaz.

Ayrıca canlılar almış oldukları besinlerin bazı kısımlarını sindiremez. Örneğin otçullar, lignin ve süberin içeren ağaç kabuklarını sindiremez.

SUNUM

Sunumun adı: Su Ekosisteminde Besin Ağı

Amaç: Su ekosisteminde örnek bir besin ağı oluşturmak

Araç gereç: Beyaz karton, renkli kalemler

Uygulama

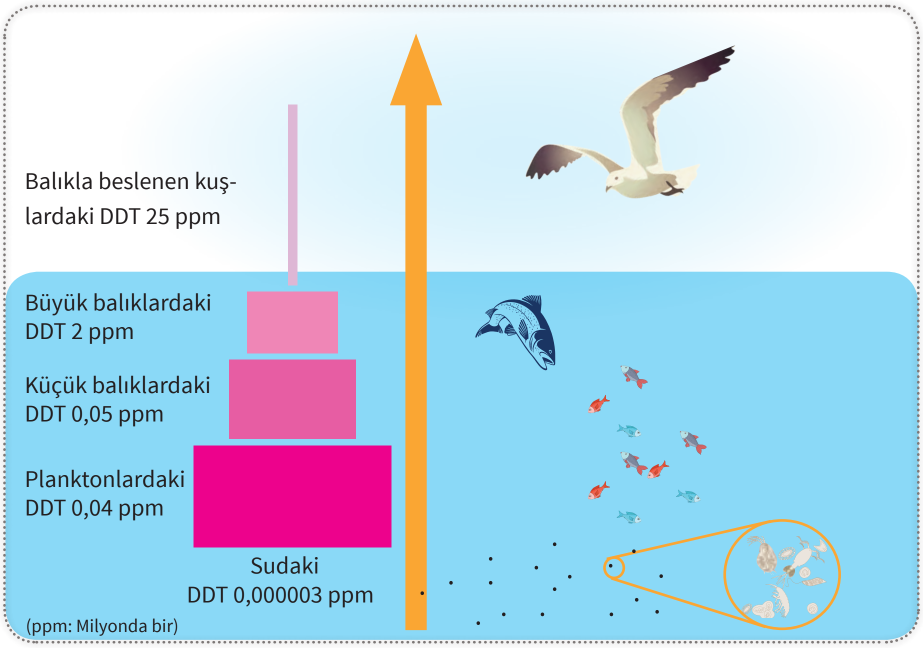
- Su ekosistemlerinden olan deniz, göl, akarsu vb. bir alan seçerek oluşturacağınız besin ağını belirleyiniz.
- Belirlediğiniz ekosistem çeşidinde yaşayan canlıları; üreticiler, tüketiciler ve ayrıştırıcılar olarak gruplara ayırınız.
- Bu canlılar arasından beslenme ilişkilerini göstermek istediklerinizi seçiniz.
- Seçtiğiniz canlıların isimlerini ve aralarındaki beslenme ilişkilerini de göz önünde bulundurarak beyaz karton üzerine yazınız.
- Bu canlılar arasındaki beslenme ilişkisini oklarla göstererek su ekosistemindeki besin ağını oluşturunuz.

Sonuçlandırma

Oluşturduğunuz besin ağını sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Biyolojik Birikim

Besinler, besin zinciri yoluyla alt trofik düzeydeki canlılardan üst trofik düzeydeki canlılara aktarılır. Bu aktarım sırasında canlıların vücutlarında birikim göstermiş olan bazı kirletici ve zehirli maddelerin de aktarımı söz konusudur. Bu duruma **biyolojik birikim** denir (Görsel 3.38). Bazı radyoaktif maddeler; cıva, kurşun gibi ağır metaller; siyanür ve DDT (dikloro difenil trikloroetan) biyolojik birikim yoluyla aktarılan maddelere örnek verilebilir.


Balıkla beslenen kuşlardaki DDT 25 ppm
Büyük balıklardaki DDT 2 ppm
Küçük balıklardaki DDT 0,05 ppm
Planktonlardaki DDT 0,04 ppm
Sudaki DDT 0,000003 ppm
(ppm: Milyonda bir)

Görsel 3.38: Su ekosisteminde DDT'nin biyolojik birikimi

Biyolojik birikim, insanların ve ekosistemde yaşayan diğer canlıların yaşamlarını olumsuz yönde etkiler. Özellikle çevre kirliliğine neden olan endüstriyel atıklar ve tarımsal zararlılarla mücadele etmek amacıyla kullanılan **pestisit** denilen kimyasallar, suda ve toprakta bozulmadan uzun süre kalır. Burada yaşayan bitki ve hayvanların vücutlarında birikerek besin zinciri yoluyla insanlara kadar ulaşır. Örneğin önemli bir böcek öldürücü olarak kullanılan DDT gibi bazı kimyasallar, çevreye oldukça büyük zarar verir. DDT, özellikle havadan uygulandığında popülasyonlarda, komünitelerde ve ekosistemlerde öldürücü etki yapar.

DDT ve benzeri zehirli maddeler, canlıların vücut yağ dokuları arasında birikir. Bu maddelerin kullanımı arttıkça madde birikimi de katlanarak devam eder. DDT'nin yaygın kullanımı sonucu; çürümüş organik maddelerle beslenen canlı türleri dahil balık kartalı, şahin ve pelikan gibi et yiyen kuş popülasyonları belirli bölgelerde yok olur. DDT, kuşlarda steroid hormonlarının kimyasal olarak ayrışmasına yol açar ve bu hormonların yokluğu kuşlarda yumurta kabuğu oluşumunu engeller. Bu nedenle özellikle kuşlar, DDT zehirlenmesinden çok etkilenir. Kabuğu yeterince olgunlaşmayan yumurtalar, civcivler daha yumurtadan çıkacak olgunluğa erişmeden kırılıp dağılır. Bu şekilde DDT yeni neslin ortaya çıkmasını engelleyerek tüm popülasyon için öldürücü etki yapar. Bu biyolojik birikim, besin zincirinin en üst düzeyinde yer alan insanı da etkilemektedir. DDT ve bunun gibi pestisitlerin zararlı etkileri, bilimsel olarak belgelenince dünyanın çeşitli ülkelerinde tamamen yasaklanmıştır.

1600'lü yıllarda New York'un Long Island (Niv York Long Aylınd) bölgesindeki belediyeler, sivrisinekle mücadele için çevredeki bataklıkları DDT ile yıllarca ilaçlamıştır. Uzmanlar, ilaç yoğunluğunu çevredeki balıklara ve diğer yaban hayatına doğrudan öldürücü etki yapmayacak şekilde ayarlamışlardır. Buna rağmen uygulanan bu zehirli bileşik, bitkiler tarafından alınarak bitkilerin dökülüp çürüyen yaprakları ile beslenen organizmaların ve onlarla beslenen küçük balıkların dokularında birikim göstermiştir. Daha sonra yoğunlukları her bir beslenme düzeyinde artmış, besin zincirinde yer alan büyük balıklara ve oradan da balıkla beslenen kuşlara aktarılmıştır.

Ekosistemde Madde ve Enerji Akışı Soruları

Sıra Sizde

Biyolojik birikim yoluyla insan hayatını olumsuz etkileyen kimyasallara siz de birkaç örnek veriniz. Bu kimyasalların insan vücudunda hangi dokuları ve sistemleri etkilediğini araştırarak sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

3.1.4. Madde Döngüleri ve Sürdürülebilirlik

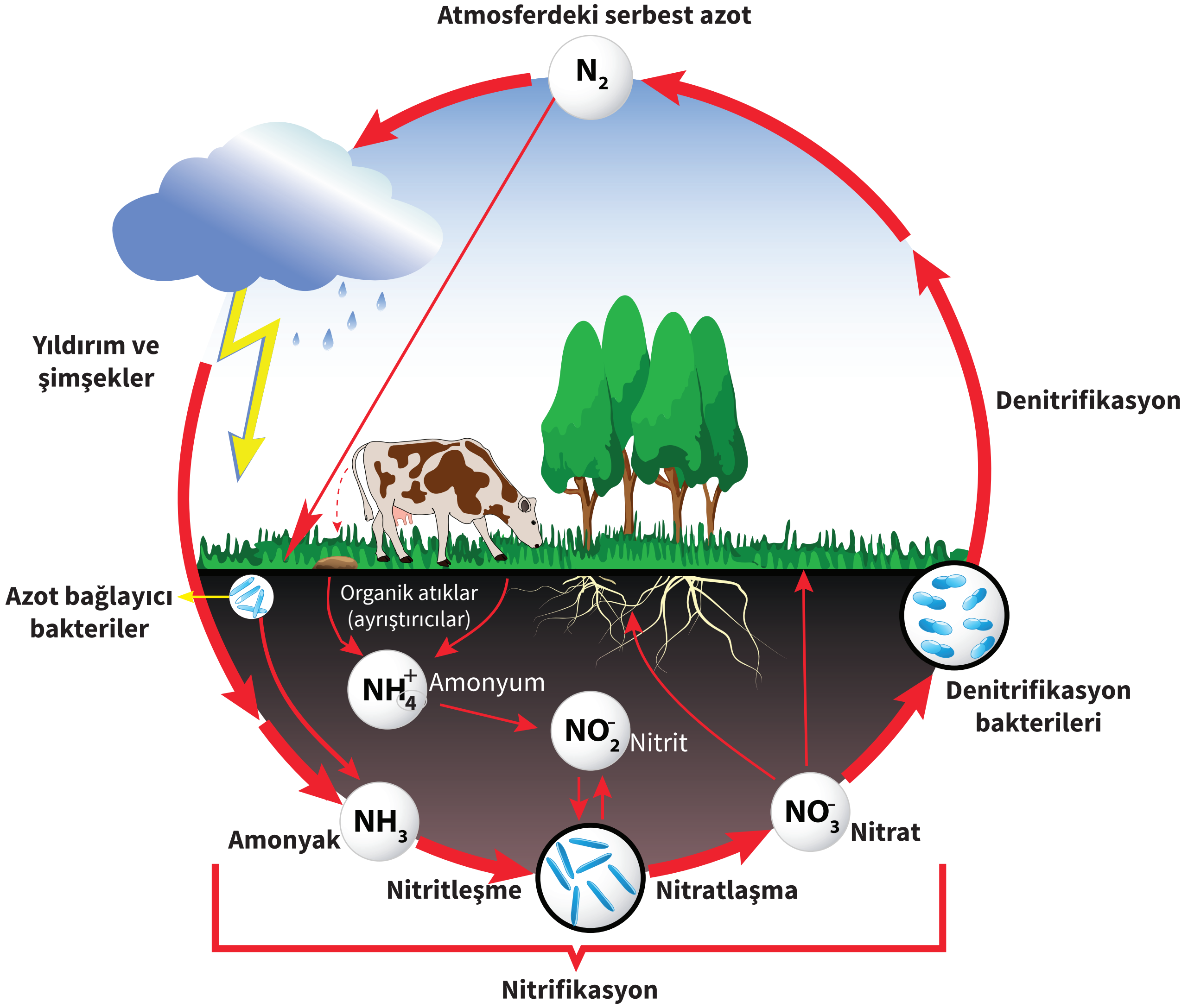
Ekosistemler, fazla miktarda güneş enerjisi almasına rağmen azot, karbon, su ve oksijen gibi maddeleri sınırlı miktarlarda bulundurur. Bu sebeple yeryüzünde canlılığın devam etmesi, kimyasal elementlerin döngüsel olarak kullanımına bağlıdır. Bir organizmanın yaşadığı sürece ve ölümünden sonra yapısında barındırdığı kompleks moleküller, ayrıştırıcıların faaliyeti ile daha basit bileşiklere dönüştürülerek atmosfere, suya ya da toprağa geri verilir. Bu ayrıştırma olayı ile bitkiler ve diğer ototrofların organik madde üretmek için kullanacakları inorganik maddelerin geri kazanımı sağlanmış olur. Canlıların yaşadığı tüm ortamlarda bazı kimyasal elementler; çevreden canlıya, canlıdan da tekrar çevreye geçme özelliği gösterir. Biyosferdeki bu devir işlemi sırasında her element kendine özgü bir yol izler.

Ekosistem, canlı ve cansız faktörleri ile bir bütündür. Bu bütün içinde canlıların yaşamlarını devam ettirebilmesi için sürdürülebilir koşullar gerekmektedir. Sürdürülebilir koşulların gerçekleşmesinde ekosistemdeki madde döngüleri önemli bir yer alır. Üreticiler, inorganik maddeleri kullanarak organik madde meydana getirir. Birincil tüketiciler, üreticileri besin olarak kullanır. Birincil tüketicilerle ikincil tüketiciler beslenir. Besin zincirindeki bu akış sırasında ölü atıklar ve organik maddeler, ekosistemde ayrıştırıcılar tarafından parçalanarak yıkıma uğratılır. Bu canlılar, organik maddeleri inorganik maddelere çevirerek tekrar doğaya kazandırır. Bu sayede tabiattaki maddeler döngüsel biçimde kullanılırken ekosistemde de madde akışı kesintisiz devam eder. Azot, karbon ve su döngüleri doğada gerçekleşen önemli madde döngülerine örnektir.

a. Azot Döngüsü

Azot; amino asitlerin, proteinlerin ve nükleik asitlerin yapısına katılır. Bu nedenle canlılar için önemli bir elementtir. Azotun başlıca kaynağı atmosferdir. Atmosfer yaklaşık %78 oranında serbest azot gazı (N_2) içerir. Diğer azot kaynakları toprak, göl, nehir, okyanuslar, yer altı suları ve canlılardır. Atmosferdeki serbest azot gazı, kara ve su ekosistemlerindeki canlılar tarafından kullanılmaya uygun formda değildir. Azotun bitkiler tarafından alınabilmesi için amonyum ya da nitrata çevrilmesi gerekir. Canlılar tarafından azotun kullanılabilir azotlu bileşiklere dönüştürülmesine **azot fiksasyonu** (azotun tespit edilmesi) denir. Azotun fikse edilmesinde azot gazı, amonyak (NH_3) veya amonyum iyonuna (NH_4^+) dönüştürülür. Bu dönüşüm farklı yollarla gerçekleşir. Bunlardan biri atmosferdeki serbest azotun yıldırım, şimşek gibi olaylarla toprağa geçmesidir. Buna **abiyotik fiksasyon** denir. Bunun dışında baklagillerin kökünde yaşayan bakteriler ve bazı mikroorganizmalar havanın serbest azotunu fikse eder. Buna **biyotik fiksasyon** denir. Sucul ekosistemlerde siyanobakteriler aracılığı ile biyolojik fiksasyon gerçekleştirilir. Bitkiler nitrat tuzları ve amonyum iyonu kullanarak azotlu organik bileşikleri sentezler. Otçullar azot ihtiyaçlarını bitkilerden karşılar.

Toprağa karışan canlı organik atıklar ve ölü organizmalar toprakta devam eden ayrıştırıcı faaliyeti sonucunda parçalanarak amonyak ve amonyum iyonuna dönüştürülür. Amonyak ve amonyum iyonları önce nitrit bakterileri sayesinde nitrite (NO_2^-) sonra nitrat bakterileri sayesinde nitrata (NO_3^-) dönüştürülür. Bu olaya **nitrifikasyon** denir. Nitrifikasyonda görev alan bakteriler kemoototroftur. Nitrifikasyon sayesinde bitkiler nitrat iyonlarını kökleriyle alarak kullanabilir. Toprakta yaşayan bazı bakteriler, nitratı serbest azota dönüştürerek atmosfere verir. Bu reaksiyona **denitrifikasyon** denir. Denitrifikasyon sayesinde atmosferdeki azot dengede tutulur (Görsel 3.39).


Atmosferdeki serbest azot
N_2
Yıldırım ve şimşekler
Denitrifikasyon
Azot bağlayıcı bakteriler
Organik atıklar (ayrıştırıcılar)
NH_4^+ Amonyum
NO_2^- Nitrit
Denitrifikasyon bakterileri
NH_3
Amonyak
NO_3^- Nitrat
Nitritleşme
Nitratlaşma
Nitrifikasyon

Görsel 3.39: Azot döngüsü

Örnek

Topraktaki azot tuzlarının bitkiler tarafından alındıktan sonra atmosfere serbest azot olarak dönebilmesi için

I. Ayrıştırma
II. Denitrifikasyon
III.Nitrifikasyon

olaylarının gerçekleşme sırası nasıl olmalıdır?

A) I-II-III B) I-III-II C) II-III-I D) II-I-III E) III-I-II

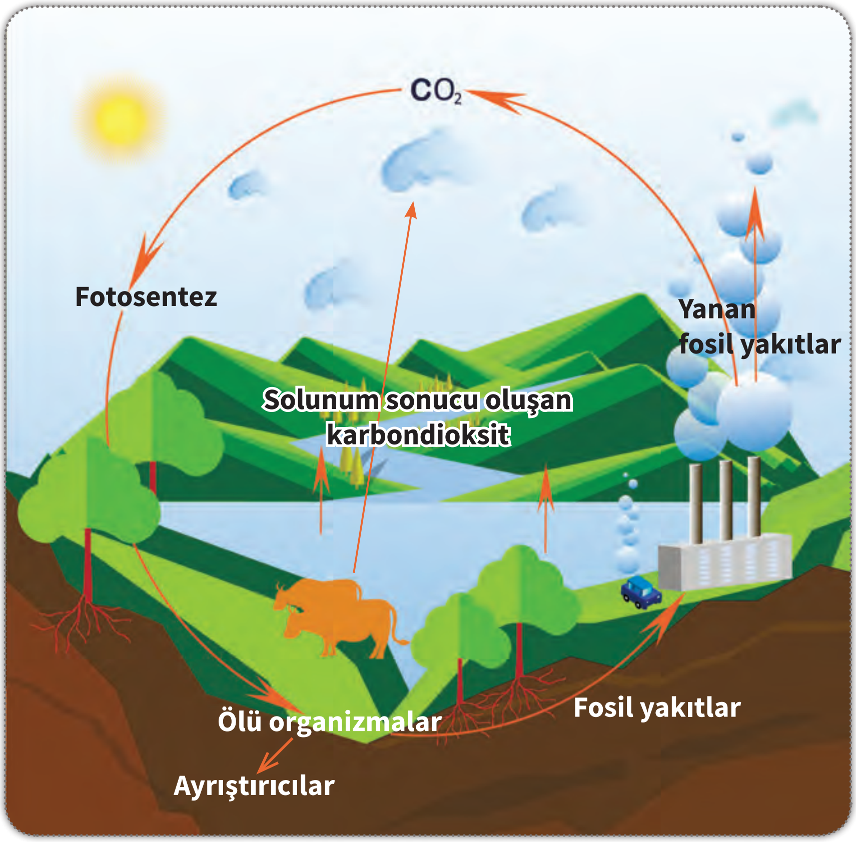
Çözüm

Cevap B seçeneğidir. Azotlu bileşikler bulunduran bitkisel organik atıklar, ayrıştırıcı organizmalar tarafından inorganik azotlu atıklara amonyak olarak dönüşür. Amonyak, nitrit ve nitrat bakterileri tarafından bitkilerin kullanabileceği inorganik azot tuzuna dönüşür. Topraktaki azot, denitrifikasyon bakterileri tarafından atmosfere verilir.

b. Karbon Döngüsü

Karbon, canlıların temel yapı taşlarının içinde bulunur. Bu nedenle canlılar için önemli bir elementtir. Fotosentez yapan canlılar, ortamdaki karbondioksidi kullanarak hem besin üretir hem de kendi yapılarını oluşturur. Karbon, fotosentez yapan canlıların tüketiciler tarafından kullanılmasıyla bu canlıların yapısına da girer. Besinlerden enerji elde etmek amacıyla gerçekleştirilen solunum olayı ile canlılar bulundukları ortama karbondioksidi tekrar verirler. Yani fotosentez ve solunum olayları ile karbon, döngüsel bir biçimde kullanılarak ekosisteme kazandırılmaktadır.

Karbondioksit; petrol, kömür, doğal gaz gibi fosil yakıtların yanmasıyla oluşabileceği gibi ölü bitki ve hayvan atıkları ayrıştırıcılar tarafından parçalanırken de oluşur ve atmosfere verilir. Kireç taşları canlıların fosilleşmesiyle oluştuğu için bol miktarda karbon bulundurur. Kireç taşlarının zaman içinde aşınmasıyla içlerindeki karbon doğaya verilerek döngüye katılmış olur (Görsel 3.40).



Görsel 3.40: Karbon döngüsü

Örnek

Doğal ekosistemlerde sürdürülebilirlik, karbon ve azot gibi maddelerin devirli kullanılması ile sağlanır.

Bu maddelerin döngüleri ile ilgili olarak aşağıdaki verilenlerden hangisi yanlıştır?

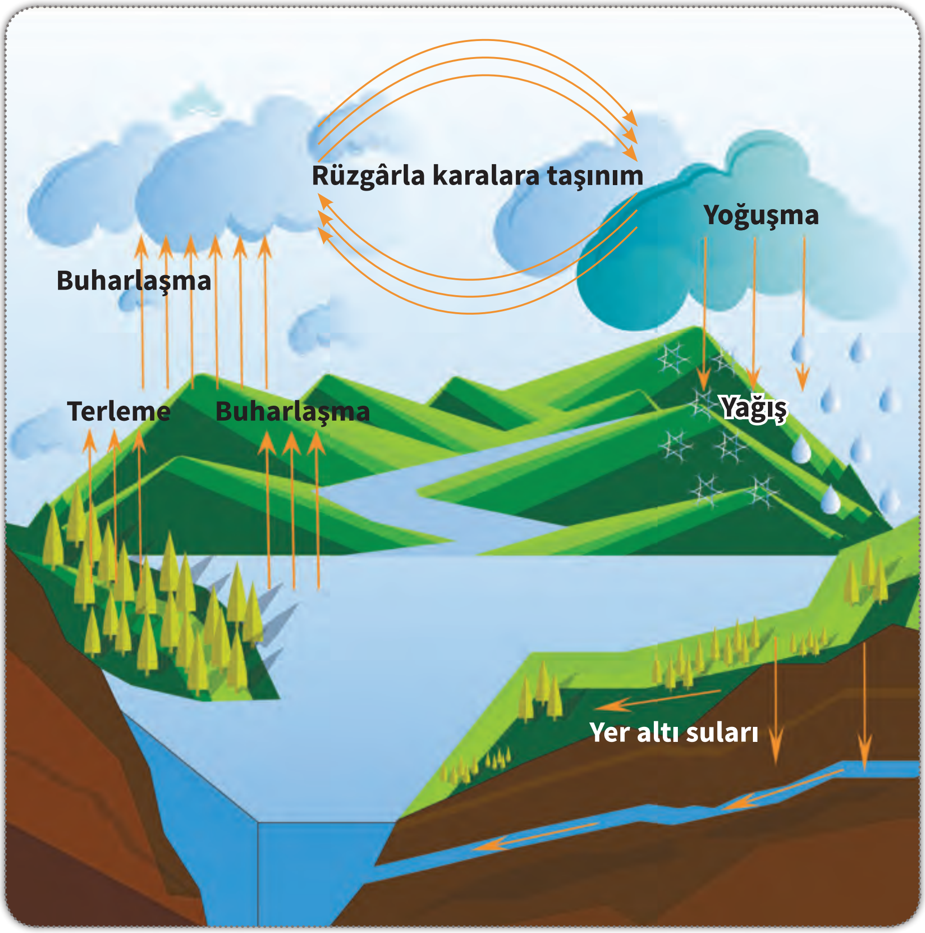
A) Azot döngüsünün gerçekleşmesinde canlı ve cansız sistem etkilidir.
B) Azot döngüsünün gerçekleşmesinde ototrof bakteriler görev alır.
C) Bitkiler, karbon döngüsünde atmosferdeki karbonu hem azaltıcı hem de artırıcı etki yapar.
D) Azot döngüsünde görev alan canlılar, her durumda havadaki azotu azaltıcı etki yapar.
E) Fosil yakıt kullanımının artması atmosfere verilen karbondioksit miktarını artırır.

Çözüm

Cevap D seçeneğidir. Madde döngülerinin gerçekleşmesi, cansız çevre içinde ve canlılar arasındaki etkileşimler ile mümkündür. Bitkiler; fotosentez yaparak atmosferdeki karbondioksidi azaltıcı, hücresel solunum yaparak karbondioksidi artırıcı etki yapar. Azot döngüsünde görev alan denitrifikasyon bakterileri, atmosfere azot vererek atmosferdeki azot miktarını artırır. Fosil yakıtların yanması atmosfere önemli miktarda karbondioksit verilmesine neden olmaktadır.

c. Su Döngüsü

Canlılar, suyu sıvı olarak tükettikten sonra bunu tekrar sıvı veya gaz hâlinde dışarı atar. Su canlıların terleme ve solunumu ile atmosfere geçer. Su döngüsünde buharlaşma ve yoğunlaşma olayları önemli rol oynar. Okyanuslardan, denizlerden, akarsu ve göllerden buharlaşan su molekülü atmosferde yoğuşarak yeryüzüne yağmur, kar ve dolu şeklinde tekrar iner. Yeryüzüne yağışlarla ulaşan su; denizlere, okyanuslara, akarsu ve göllere geri döner. Toprağın altına sızan su, yer altı su rezervini besler. Yer altı suları da topraktan süzülerek okyanus, deniz ve göllere karışır. Bu şekilde su döngüsü tamamlanmış olur (Görsel 3.41). Su döngüsü, suyun sürdürülebilir kullanımında önemli rol oynar.



Görsel 3.41: Su döngüsü

Madde Döngüleri

Madde Döngüleri Soruları

3.2. Güncel Çevre Sorunları ve İnsan

Günümüzde insanlardan kaynaklanan en önemli çevre sorunu, çevre kirliliğidir. Bu sorunun ortaya çıkmasında hızlı teknolojik gelişim ve buna bağlı gerçekleşen ekonomik değişim etkilidir. Birbirine bağlı bu iki süreç, insan gereksinimlerini artırmıştır. Hızlı nüfus artışı da buna eklenince sanayi ürünlerine, teknik araçlara, sosyal donanımlara duyulan ihtiyaç hem artmış hem de çeşitlenmiştir. Tüm bu gelişmelerin sonucunda güncel çevre sorunları ortaya çıkmıştır. Güncel çevre sorunlarına biyolojik çeşitliliğin azalması, hava kirliliği, su kirliliği, toprak kirliliği, radyoaktif kirlilik, ses kirliliği, asit yağmurları, küresel iklim değişikliği, erozyon, doğal hayat alanlarının tahribi ve orman yangınları neden olmaktadır.

3.2.1. Güncel Çevre Sorunlarının Sebepleri ve Sonuçları

Hızlı nüfus artışı, iklim değişikliği, çevre kirliliği ve doğal kaynakların aşırı kullanılması sonucu habitatların bozulması; yaşam alanlarına yabancı türlerin girmesi ve besin zincirinin bozulması biyolojik çeşitliliğin azalmasına sebep olur. Biyolojik çeşitlilik; tür çeşitliliği, genetik çeşitlilik ve ekosistem çeşitliliği olmak üzere üç düzeyde incelenir. Tüm canlılar ekosistemin işleyişine katkıda bulunur. Biyoçeşitliliğin azalması, hangi düzeyde olursa olsun ekosistem işleyişini olumsuz etkiler. Bu durum ekosistemin işleyişini bozarak bazı canlıların neslinin tükenmesine yol açar. Bitki, hayvan, mantar ve mikroorganizma çeşitlerinin azalması ekosistemlerdeki madde ve enerji akışının devamlılığını bozar. Ekosistemde her canlının üstlendiği bazı görevler vardır. Örneğin hiç işlevi bilinmeyen bir bitkinin gelecekte amansız bir hastalığı tedavi edecek ilaç yapımında kullanılabileceği unutulmamalıdır.

Hava kirliliği; atmosferde toz, duman, gaz, koku ve su buharı şeklinde bulunan kirleticilerin insanlara ve diğer canlılara zarar verebilecek miktara yükselmesidir (Görsel 3.42).

Görsel 3.42: Hava kirliliği

Hava kirliliğine kükürtdioksit, azot oksitler, hidrojen florür, aldehitler, hidrokarbonlar, katranlar ve radyoaktif gazlar sebep olur.

Hava kirliliğinin yoğunluğu; insan, hayvan ve bitkilerin sağlığı ile yaşam kalitesini olumsuz yönde etkiler. Hava kirliliğine sebep olan toz partiküller, solunum güçlüğü meydana getirebilir. Havada bulunan toz partiküllerinin türleri ve özellikleri; oluştukları kaynağa, oluşum şekline, boyutlarına, biçimlerine, yoğunluklarına içerdikleri özel bileşenlere ve yayıldıkları ortama bağlı olarak değişir. Bu partiküller güneş ışınlarının bir kısmını tutarak insan vücudunda doğal yolla D vitamini oluşumunu engeller, buna bağlı olarak raşitizm hastalığı ve tüberkülozun yayılmasına aracılık eder. Ayrıca toz partiküller, bitkilerin yapraklarını kaplayarak solunum ve buharlaşmayı engeller. Yaprakların fizyolojik işlevlerine zarar verir. Havada toz hâlinde bulunan ağır metal parçacıkları ise sindirim sistemi bozukluklarına, akciğer kanserine yol açabilir.

Kükürt dioksit gazı, atmosfere karışınca hava nemi ile birleşerek aside dönüşür ve bitkilerin yapraklarının sararararak ölmesine sebep olur. Karbondioksit, metan ve kloroflorokarbon gibi gazlar ozon tabakasının incelmesine neden olur. Ozon tabakasının incelmesi, güneşin zararlı ışınlarının süzülmesini engelleyerek cilt kanseri ve katarakt gibi hastalıkların artmasına neden olur.

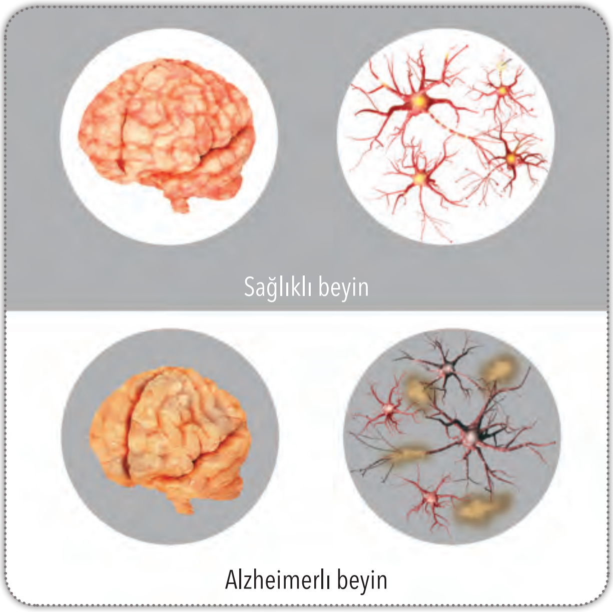
Bunları Biliyor musunuz?

Kükürtdioksit; hava kirleticileri içinde zarar derecesi, miktarı ve yayılış alanının genişliği bakımından başta gelmektedir. Azot dioksit ise ikinci sıradadır. Bu maddeler; volkanik patlamalar, orman yangınları, buharlaşma gibi doğal kaynaklı veya trafik, ısınma ve sanayi gibi yapay kaynaklı olmaktadır.

Okuma Metni

BEYİNDE HAVA KİRLİLİĞİ KAYNAKLI MANYETİK PARÇACIKLAR

Yeni bir araştırma, trafikten kaynaklanan egzoz gazlarında bulunan küçük metal zerreciklerin burnumuzdan içeri girerek beynimize kadar ilerlediğini düşündüren bulgular ortaya koydu. Bu zerreciklerin Alzheimer (alzaymır) hastalığının oluşumunda rol oynadığı düşünülüyor (Görsel 3.43). Beyinde demir nanoparçacıklar bulunduğu zaten biliniyordu ancak besin kaynaklı oldukları ve vücutta doğal olarak bulundukları düşünülüyordu. Parçacıkların daha yakından incelenmesi sonucunda bunların büyük ölçüde hava kirliliği etmenlerinden örneğin egzoz ya da kömür dumanlarından kaynaklandığını düşündüren kanıtlar elde edildi. Demir, normalde vücutta pek çok biyolojik molekülün parçası olarak çeşitli biçimlerde bulunuyor. Ancak manyetit olarak da bilinen demir oksit, kimyasal açıdan etkin ve manyetik bir molekül. Alzheimer hastalığının oluşumunda da etkili olduğu düşünülüyor. Birleşik Krallık'taki Lancaster (Lençestır) Üniversitesinden Barbara Maher (Barbara Maher) liderliğindeki araştırmada Manchaster'da (Mençestır) ve Mexico City'de (Meksiko Siti) yaşamış 37 kişinin beyni incelendi. Hepsinde gram beyin dokusu başına milyonlarca manyetit parçacığı bulunduğu saptandı.



Görsel 3.43: Sağlıklı - Alzheimerlı beyin ve hücreleri

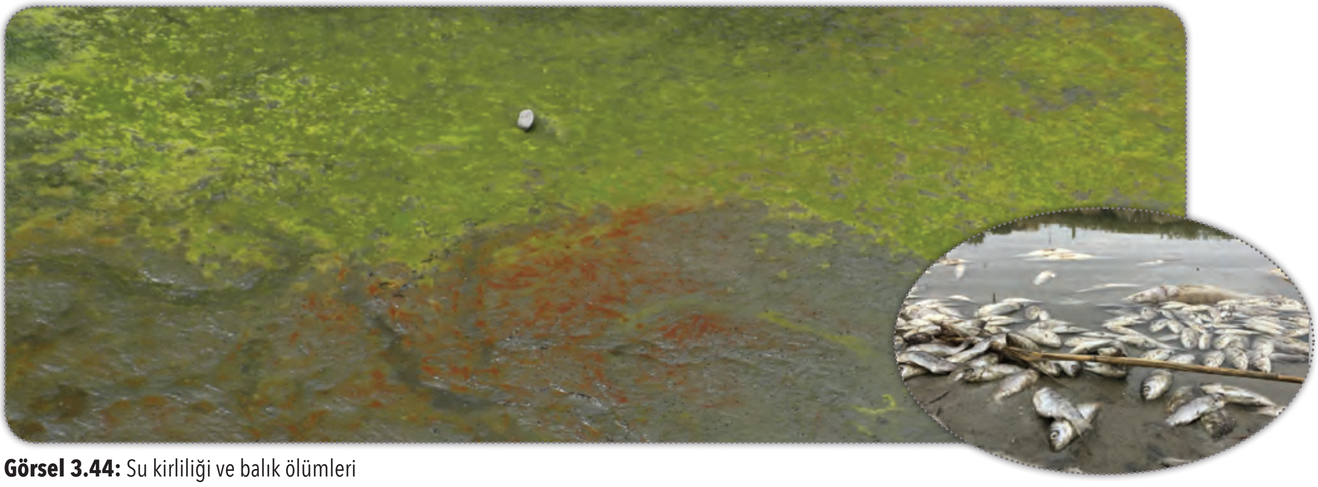
Araştırmacıları asıl şaşırtan sonuç ise elektron mikroskobu incelemelerinden geldi. Araştırmacılar, altı kişinin beyinlerinin ön kısmındaki parçacıklara daha yakından baktıklarında yuvarlak manyetik parçacıklarının sayıca açısal manyetit kristallerinden yaklaşık yüz kat daha fazla olduğunu gördüler. Kristal biçimli olanların doğal bir kaynaktan örneğin vücut hücrelerinden gelmiş olması çok daha muhtemeldir. Ancak yuvarlak parçacıklar, normalde demirin yüksek sıcaklıkta örneğin demir içeren bir yakıt yanarken ergimesi sonucunda oluşabilir. Araştırmacılar bu manyetit parçacıklarının çapının 200 nanometreden küçük olduğunu ve dolayısıyla havadan burnumuzdaki sinir uçlarına, oradan da beyne geçebileceğini belirtiyor. Maher; araç yakıtlarının kirlilik olarak demir içerdiğini, ayrıca otomobil motor bloklarında demir bulunduğunu, dolayısıyla egzoz dumanları yoluyla demire kolayca maruz kalabileceğimizi sözlerine ekliyor.

Araştırmacılar, inceledikleri beyinlerde otomobil motorlarında bulunan ancak vücutta nadiren rastlanan platin gibi metallerin nano parçacıklarına da rastladı. Daha önce laboratuvarda büyütülen hücreler üzerinde yapılan araştırmalarda Alzheimer hastalığının oluşumunda rol oynadığı düşünülen protein plaklarında demir oksit bulunduğu, bunun serbest radikaller denen ve sinir hücrelerini öldürebilen reaktif bileşikler ürettiği yönünde bulgular elde edilmiş. Popülasyon araştırmalarında da trafiğin yoğun olduğu yollara yakın yerlerde yaşayan insanların ileri yaşlarda zihinsel bozukluk riskinin daha yüksek olduğu gösterilmiş.

Bilim Teknik Dergisi, 2016, Sayı: 587.
(Düzenlenmiştir.)

Su kirliliği, istenmeyen zararlı maddelerin suyun niteliğini bozacak miktar ve yoğunlukta suya karışması ile meydana gelir. Su kirliliği çoğunlukla insandan kaynaklanır. Konutlar, endüstri kuruluşları ve termik santrallerin çevrelerine arıtılmadan verilen atık sular, gübreleme ve tarımsal zararlılarla mücadele için yapılan ilaçlamalar su kirliliğine neden olur. Ayrıca nükleer santrallerden çıkan sıcak sular ve erozyonun etkili olduğu alanlar su kirliliğinin ana kaynaklarındandır.

Büyük su ekosistemlerine dış ortamdan -özellikle de kara ortamından- gelen atık su ve gübrelerin karışmasıyla azot ve fosfor bakımından zengin bileşikler de geçer. Besin maddelerinin artması sonucu, siyanobateriler ve alg miktarının fazla artış göstermesine **ötrofikasyon** denir. Ötrofikasyon sonucunda bu canlılar hızla çoğalır ve suyun yüzeyini kaplar. Böylece su yüzeyinde bulanık bir görüntü oluşur. Ölen su yosunları dibe çöker, bakteriler yosunları ayrıştırmak için çok fazla oksijen harcar. Bu da dip kısımlarda oksijen oranının azalmasına ve buna bağlı olarak suda yaşayan hayvanların azalmasına neden olur. Uzun vadede su ekosisteminin ölümüne yol açar(Görsel 3.44). Bu durum içme sularının bozularak kullanılamaz duruma gelmesine neden olur.



Görsel 3.44: Su kirliliği ve balık ölümleri

Kirli su, insanlar üzerinde zararlı etkiler meydana getirir. Kolera, tifo, dizanteri gibi bulaşıcı ve salgın hastalıklara, kitle hâlinde zehirlenmelere neden olabilir. Kirli suların tarımsal sulamada kullanılması, toprağın niteliğini bozarak ürün veriminin düşmesine neden olur.

Sıra Sizde

Su kirliliği, insanlarda ve diğer canlılarda başka hangi zararlı etkilere yol açar? Araştırıp sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

Toprak kirliliği; ağır metallerin, radyoaktif maddelerin, atmosferde bulunan katı ve gaz hâlindeki zararlı maddelerin toprakta birikmesinden kaynaklanır. Hava yoluyla toprağa geçen ağır metal parçacıkları toprakta birikir. Bu birikim; toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısını bozarak verimini düşürür. Topraktaki ağır metaller, bitkilerin yapısına girerek besin zinciri yoluyla diğer canlılara ulaşır. Ayrıca kirlenmiş sulardaki kimyasal maddeler, doğrudan ya da kontrolsüz sulamalarla toprağa ulaşır ve toprağı kirletir. Organik maddelerin miktarının aşırı artması da toprakta kirliliğe yol açar.

Kentsel atıkların geri dönüşümsüz olarak toprağa bırakılması, dev boyutlarda çöp yığınları oluşturur (Görsel 3.45). Toprak kirliliği insanlarda kronik zehirlenmelere, çocuk felci, difteri, verem, tifo, gibi bulaşıcı hastalıklara, kanser, karaciğer ve böbrek rahatsızlıklarına neden olabilir.

Görsel 3.45: Kentsel atıkların toprağa bırakılması

Toprak tüm karasal ekosistemlerin hatta su ekosistemlerinin bile dengeli işlev yapmasını sağlar. Toprak, sadece doğanın bir parçası değil ‘‘vatan” adı altında bayraklaşmış ulusal ve kutsal bir mirastır.

Bunları Biliyor musunuz?

Ağır metallere karşı bitki türlerinin toleransı değişiktir. Bazı bitki türleri çok az yoğunluktaki ağır metallerden zarar gördükleri hâlde bazıları bünyelerinde bol miktarda ağır metal biriktirebilir. Ağır metaller içerisinde en şiddetli zehir etkisi olan kadmiyum, kurşun ve cıvadır. Kirlenmiş denizlerdeki balıklarda, ev bakım ürünlerinde, pillerde, mutfak malzemelerinde, böcek öldürücülerde, amalgam diş dolgularında, kozmetik ürünlerinde söz konusu ağır metaller bulunmaktadır.

Radyoaktif kirlenme; hava, su ve toprağa radyoaktif maddelerin karışmasıdır. Radyoaktif kirlenmenin en etkin kaynağı; nükleer enerji santralleri, bu santrallerde meydana gelen radyoaktif atıklar ve nükleer silah üreten tesislerdir (Görsel 3.46).

Görsel 3.46: Nükleer enerji santrali

Radyoaktif maddelerin yaymış olduğu elektronlar; toprağa, havaya, suya, bitkilere; bitkilerden de besin zinciri yoluyla insanlara, hayvanlara çok kolay ve çok hızlı bir şekilde geçerek radyoaktif kirliliğine neden olur. Ayrıca günlük hayatımızı kolaylaştıran cep telefonları, mikrodalga fırınlar, röntgen ve tomografi gibi tıbbi cihazlar da radyoaktif kirliliğe neden olmaktadır. Radyoaktif maddeler, elektron yayma özelliklerini kaybetmeden toprakta ve suda uzun yıllar kalabilir. Örneğin 1986 yılında Çernobil Nükleer Santralinde meydana gelen kazada birçok radyoaktif madde, geniş alanlara yayılmıştır. Nükleer sızıntı; çok sayıda ülkenin tarım arazisini ve burada yetişen ürünleri etkiler, bu ürünlerle beslenen insan ve hayvanlarda kanser hastalığına sebep olur. Bu durum uzun yıllar etkisini gösterir. Örneğin ülkemizin Karadeniz Bölgesi, Çernobil kazasındaki nükleer sızıntının sonuçlarını hâlen yaşamaktadır.

Ses kirliliği, rahatsız edici ve sağlığı olumsuz etkileyici ses biçimi olarak tanımlanır. Ulaşım araçları, endüstri kuruluşları ve eğlence araçları tarafından meydana getirilen rahatsız edici sesler bu kirliliğin temel ögelerini oluşturur. Gürültü; insanlarda fiziksel, fizyolojik ve psikolojik rahatsızlıklar meydana getirir. Kılcal damarların daralmasına, kan basıncının artmasına, kalp atışı, kan dolaşımının hızlanmasına ve solunum rahatsızlıklarının meydana gelmesine neden olabilir. Dikkat eksikliğine neden olarak iş gücü verimini düşürebilir. Mide hastalıklarına, işitme kayıplarına, hormon dengesizliklerine ve kas gerilmelerine neden olabilir.

Gürültüyü azaltmak için birtakım teknik önlemler alınabilir: Ses geçirmeyen izolasyon maddelerinin bina yapımında kullanılması, gürültülü araçlara yerleşim yerlerinden uzak bölgelerde yol verilmesi, sesi absorbe eden sistemlerin geliştirilmesi gibi. Ağaç yapraklarının ses dalgalarını belirli oranda emme özelliği olduğundan birçok ülkede “Gürültüden Korunma Ormanları” oluşturulmuştur.

Gürültüyü azaltmak için bireylerin üzerine düşen sorumluluklar vardır. Bununla birlikte gürültü kirliliğini önlemede teknik, biyolojik ve sosyal çözüm metotlarının hepsi dengeli bir şekilde uygulanmalıdır (Görsel 3.47).

Görsel 3.47: Gürültü Kirliliği

Ses şiddetinin ölçüm birimi desibeldir (dB). Desibel, insan kulağının hassas olduğu orta ve yüksek frekansların özellikle vurgulandığı ses değerlendirme birimidir. Desibel oranına bağlı gürültü düzeyi ve ilgili ortamlar Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1: Desibel Oranları ve Gürültü Düzeyi

Desibel Oranları	Gürültü Düzeyi	Ortam
0-30 desibel arası	Çok sessiz	Tedavi odaları
30-50 desibel arası	Sessiz	Bilgisayar odaları
50-60 desibel arası	Orta derecede gürültü	Spor salonları
60-70 desibel arası	Gürültülü	İş merkezleri
70-80 desibel arası	Çok gürültülü	Yol ve bina inşa alanları

Asit yağmurları; atmosferdeki CO_2, SO_2 ve NO_2 gibi kirleticilerin havadaki su buharıyla birleşip zararlı bileşiklere dönüşerek kar, yağmur, sis gibi yağışlar şeklinde yeryüzüne ulaşmasıdır. Fabrikaların ve özellikle termik santrallerin bacalarından çıkan duman içinde bol miktarda bulunan kükürtdioksit ve azotdioksit gibi gazların havadaki su damlacıkları ile kimyasal reaksiyona girmesi sonucu sülfirik asit, nitrik asit ve nitröz asit gibi zararlı bileşikler oluşur. Bu bileşikler, yağışlarla yeryüzüne düştüğünde bitki örtüsünü yakıp fizyolojik işlevlerini engeller. Zamanla bitki örtüsünün yok olmasına neden olur (Görsel 3.48).

Görsel 3.48: Asit yağmurlarından etkilenen bitki örtüsü

Asit yağmurları, yeryüzündeki tarih ve kültür varlıklarını tahrip etmektedir. Bunun en tipik örneği Nemrut Dağı'ndaki taştan oyulmuş eserlerde görülmektedir (Görsel 3.49).

Görsel 3.49: Nemrut Dağı taş heykelleri

Asit yağmurlarının yer altı ve yer üstü içme sularına karışması, toprak ağır metalleriyle tepkimeye girmesi, bitkiler ve balıklar üzerindeki etkilerine bağlı olarak insan bünyesindeki asidik maddelerin depolanmasına ve bunun sonucunda guatr, ülser, kronik bronsit, astım ve amfizem gibi hastalıkların oluşmasına sebep olmaktadır.

Küresel iklim değişikliği, Dünyamızın en büyük sorunlarından biridir. Sera gazları olarak bilinen karbondioksit, metan, azot oksitler, kloroflorokarbon ve su buharı Dünya'dan atmosfere yansıyan güneş ışınlarının bir kısmını alıkoymasıyla atmosferin yeryüzüne yakın tabakalarının sıcaklığının artmasına neden olur. Bu olaya **sera etkisi** denir. Sera etkisiyle hava sıcaklığının normal değerin üzerine çıkması küresel ısınmaya, küresel ısınma da küresel iklim değişikliğine sebep olur. Küresel iklim değişikliği sadece belirli bölgeleri değil tüm dünyayı etkisi altına almaktadır. Fosil yakıt kullanımı, özellikle sera gazlarından karbondioksidin artması, ormanların tahribi, çarpık kentleşme ve hızlı sanayileşme küresel ısınmanın en önemli sebepleridir. Dünya üzerinde insan hayatını etkileyen sel felaketleri, açlık ve ölümlere sebep olan kuraklıklar, orman yangınları, buzul erimeleri, şiddetli kasırga ve fırtına gibi doğal afetler küresel ısınmanın sonuçlarıdır.

Erozyon, toprağın verimli tabakasının yağış suları ve rüzgârla aşındırılıp taşınması ve başka yerlerde biriktirilmesidir. Toprak; bitkisel besinlerin doğrudan, hayvansal besinlerin dolaylı kaynağıdır. Tüm canlıların yaşamı için gerekli olan suyun süzgeci ve deposudur. Sanayinin ham maddesi olan ürünler topraktan yetişir.

Erozyonla toprak kaybına sebep olan faktörler iki grupta toplanır. Bunlardan birincisi doğal, ikincisi insan kaynaklı faktörlerdir.

Doğal faktörler; iklim, yeryüzü şekilleri, toprak özellikleri, kayaçların yapısı, doğal bitki örtüsüdür.

İnsan kaynaklı faktörler; bitki örtüsünün tahribi, toprak işleme ve bitki yetiştirmede yapılan teknik hatalar, yanlış arazi kullanımıdır (orman ve mera gibi alanlarda tarım yapılması).

Doğal hayat alanlarının tahribi, güncel çevre sorunlarının diğer nedenidir. Bu alanlarda oluşan tahribat, ekosistemlerin doğal dengesini bozar. Doğal tabiat alanları (tabiat parkları, millî parklar, ormanlık araziler, sulak alanlar, göller vb.); çevre kirliliği, orman yangınları, asit yağmurları ve erozyondan etkilenir. Bunun sonucunda bu alanlardaki bitki örtüsü, hayvanların yaşam alanı, canlı çeşitliliği ve sayısı azalır. Bu durum ekosistemlerin doğal işleyişini değiştirerek küresel ısınmaya, doğal afetlere ve çevre için çok sayıda olumsuz sonuçlara neden olur.

Orman yangınları, ormanlık alanları tahrip eden en önemli nedenlerden biridir. Ormanların yok olduktan sonra tekrar oluşması için uzun yıllar gerekir. Ekosistemin doğal dengesini sürdürmekte ormanların önemi büyüktür (Görsel 3.50).

Ormanlar sel tehlikesine karşı çevreyi korur ve erozyonu engeller. Hava nemini ve birim alana düşen yağış miktarını artırır. Rüzgâr hızını azaltır ve yönünü değiştirir. Atmosferdeki karbondioksit miktarını azaltarak küresel ısınmayı azaltır. Karların yavaş yavaş erimesini sağlayarak kar suyundan yararlanmayı sağlar. Ormanların bulunduğu bölgelerde çıplak yerlere kıyasla yazın daha serin, kışın daha ılık bir hava vardır. Ormanlar havayı temizler, gürültü şiddetini azaltır, insan sağlığına ve dinlenmeye fayda sağlar. Orman toprağında bol miktarda yağış suyu birikir. Biriken yağış suları, kurak mevsimlerde o bölgenin su miktarını dengeler. Bu nedenle “Orman; suyu saklayan, damlayla harcayan bir hazinedir.” sözü ormanın ekolojik işlevine vurgu yapmaktadır.

Günümüzde hızla gelişen kentleşme ve çalışma temposunun yol açtığı gürültü, havasızlık, açık alanlarla temasın sınırlanması insanların psikolojisini olumsuz yönde etkilemektedir. Ormanlar bu olumsuz etkilerin azaltılması için de ideal ortamlardır.

Görsel 3.50: Orman yangınları

Güncel Çevre Sorunları Soruları

Sıra Sizde

- *Erozyonu önlemek amacıyla neler yapılabilir?*
- *Ormanların giderek azalması, canlılar üzerinde ne gibi olumsuz etkiler oluşturur? Araştırıp sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.*

Bunları Biliyor musunuz?

Tropik yağmur ormanlarında 5 milyon yüksek organizasyonlu hayvan ve bitki türü bulunması, Amozon yağmur ormanlarında 1 hektarda 400 ağaç türü belirlenmesi, ormanların tümünde 50 bin bitki çeşidinin bulunduğunun tahmin edilmesi, sadece bir ağaç üzerinde yaklaşık 200 böcek çeşidinin saptanması ormanların gen rezervi bakımından zengin olduklarının göstergesidir.

3.2.2. Çevre Sorunlarının Ortaya Çıkmasında Bireylerin Rolü

Çevre sorunlarının ortaya çıkmasında toplumu oluşturan bireylerin rolü önemlidir. Doğanın içinde yaşam alanı bulan insan, bir yandan temel gereksinimlerini karşılarken diğer yandan da doğaya birtakım olumsuz etkiler bırakmaktadır. Bu etkiler sonucunda doğal kaynaklar tüketilmekte, çevre kirliliği oluşmakta ve ekosistemin doğal dengesi bozulmaktadır. Bireyin beslenmesi, giyinmesi, soluduğu hava, fosil yakıtları tüketerek enerji elde etmesi, kişisel atıkları vb. çevre sorunlarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır. İnsanın doğaya olan bu etkisini ölçmek amacıyla bazı yöntemler geliştirilmiştir. Bunlar: **Ekolojik ayak izi**, **su ayak izi** ve **karbon ayak izi**dir.

İnsanların üretim ve tüketim faaliyetleri sonucu doğada bıraktığı atıkların etkisiz hâle getirilmesi, kullanılan kaynakların üretilmesi ve oluşan atığın giderilmesi için gerekli olan toplam kara ve su alanı **ekolojik ayak izi**dir (Görsel 3.51). Ekolojik ayak izi için yapılan hesaplamalar, çevre bilincini artırmakta ve ekolojik yıkımın farklı boyutlarına dikkat çekmektedir.

Bireysel anlamda ekolojik ayak izi, günde bir ekmek tüketen insanın yılda kaç ekmek tükettiği, bu ekmeğin elde edilmesi için ne kadar tahıl ve su harcadığı, ne kadar tarım arazisine ihtiyaç duyulduğu gibi tüketim ihtiyaçlarının hesaplanmasıdır. Yine ekolojik ayak izi yöntemiyle insanın kullandığı kıyafetlerin içindeki malzemeler, bu malzemelerin elde edilmesi için gerekli endüstri ve bunun sonucunda ortaya çıkan atıkları yok etmek için ne kadar su ve atık alanına ihtiyaç olduğu hesaplanabilir. Her nefes alıp vermede harcanan oksijen ve bu oksijenin yerine tekrar konulabilmesi için ne kadarlık bir alanı kaplayan bitki örtüsüne ihtiyaç olduğu hesaplanır. Bu hesabın doğa için maliyeti ne olmaktadır? Her birey bu ve buna benzer ihtiyaçları için doğal kaynakları tüketerek harcar. Ekolojik ayak izi hesabı, doğal kaynakların sürdürülebilir şekilde devam etmesi için gereklidir.

Tüm insan popülasyonlarının ekolojik ayak izi hesaplanırken ekolojik olarak verimli tüm alanlar toplanıp nüfusa bölünür. Bu hesaplama, kişi başına 2 hektarlık alana ihtiyaç olduğunu gösterir. Tüketimin fazla olduğu ülkelerde kişi başına düşen ekolojik ayak izi, gelişmemiş ülkelere göre oldukça fazladır. Bireysel anlamda ekolojik ayak izini küçültmek, çevreye verilen zararı da en aza indirmek demektir.

Görsel 3.51: Ekolojik ayak izi

Bireysel olarak çevre sorunlarının ortaya çıkmasında doğaya verilen zararı ölçmek amacıyla oluşturulan diğer yöntem ise **su ayak izi**dir (Görsel 3.52).

Su ayak izi, insanın hem harcadığı su hem de kirlettiği su miktarıdır. Bireysel olarak birim zamanda banyo, bulaşık, çamaşır, ev temizliği gibi ihtiyaçlar karşılanırken belirli miktarda su harcanır. Fakat direkt harcanan suyun yanında diğer ihtiyaçlar karşılanırken de su tüketimi olmaktadır. Örneğin içilen bir bardak sütün, bir fincan kahvenin doğaya su açısından getirdiği yük düşünüldüğünde su ayak izi, direkt harcanan suyun yanı sıra dolaylı olarak harcanan su miktarını da belirlemektedir. Sadece harcanan su miktarı değil harcanan su çeşidi de önemlidir. Su ayak izi, bu nedenle farklı renklerden oluşan bileşenlerle ifade edilir.

Ekolojik su ayak izinin mavi su ayak izi, yeşil su ayak izi ve gri su ayak izi gibi çeşitleri bulunur. Mavi su ayak izi, bir ürünün yetişmesi için kullanılan yüzey veya yer altı suyunun toplam miktarıdır. Yeşil su ayak izi, bir ürün yetişirken kullanılan yağmur suyu kaynaklı su miktarıdır. Gri su ayak izi, atık su kirliliğinin seyreltilmesi için harcanan su miktarıdır.

Görsel 3.52: Su ayak izi

Her insan beslenme, barınma, ısınma, ulaşım, giyinme ve enerji tüketimi sonucunda çevreye belli miktarda karbondioksit bırakmaktadır. Çevreye verilen karbondioksit atmosferde birikir. Çevreye bırakılan karbondioksit miktarını ifade etmek amacıyla **karbon ayak izi** metodu kullanılır. Karbon ayak izi ölçülürken diğer sera gazlarının miktarı da dikkate alınır. Karbon ayak izini, doğrudan ayak izi ve dolaylı ayak izinden salınan karbondioksidin toplam ölçüsü oluşturur (Görsel 3.53). Doğrudan ayak izi, fosil yakıtların yanmasıyla ortaya çıkan karbon salınımıdır. Dolaylı ayak izi ise kullanılan ürünlerin üretimleri ve bozulmaları sonucu oluşan karbondioksidin ölçüsüdür.

Görsel 3.53: Karbon ayak izi

Ekolojik ayak izi, su ayak izi ve karbon ayak izi oluşumunda günlük yaşantıdaki alışkanlıklar, davranışlar ve tutumlar etkilidir. Bireylerde çevreye karşı farkındalık oluşturmak ve buna bağlı duyarlılık geliştirmek amacıyla çeşitli anketler hazırlanır. Bu anketlerin sonuçlarına göre bireylerde çevre bilincinin ne boyutta olduğu belirlenir. Bu durumu belirlemek amacıyla aşağıda verilen anketleri uygulayınız.

	Ekolojik Ayak İzi Soruları	**Evet**	**Hayır**
1.	Beslenme biçimimde et de yer alıyor.		
2.	Vejetaryenim.		
3.	Hayvansal hiçbir gıda (örneğin süt ürünleri) tüketmiyorum.		
4.	Günde bir kereden fazla et ya da balık yerim.		
5.	Günde bir kere et ya da balık yerim.		
6.	Haftada birkaç kez et ya da balık yerim.		
7.	Haftada yalnızca bir kere et ya da balık yerim.		
8.	Ayda üç kereden az et ya da balık yerim.		
9.	Organik et, sebze ve süt ürünlerini her zaman satın alırım.		
10.	Organik et, sebze ve süt ürünlerini çoğunlukla satın alırım.		
11.	Organik et, sebze ve süt ürünlerini bazen satın alırım.		
12.	Organik et, sebze ve süt ürünlerini hiçbir zaman satın almam.		
13.	Tükettiğim organik ürünlerin yaşadığım bölgede üretilmiş olanlarını her zaman tercih ederim.		
14.	Tükettiğim organik ürünlerin yaşadığım bölgede üretilmiş olanlarını sıklıkla tercih ederim.		
15.	Tükettiğim organik ürünlerin yaşadığım bölgede üretilmiş olanlarını bazen tercih ederim.		
16.	Tükettiğim organik ürünlerin yaşadığım bölgede üretilmiş olanlarını hiçbir zaman tercih etmem.		
17.	Ulaşımımı araba ya da motosikletle sağlamıyorum.		
18.	Ulaşımımı motosikletle sağlıyorum.		
19.	Ulaşımımı araba ile sağlıyorum.		
20.	Toplu taşıma araçlarını kullanmıyorum.		
21.	Toplu taşıma araçlarında haftada 2 saatten az vakit geçiriyorum.		
22.	Toplu taşıma araçlarında haftada 2-5 saat arası vakit geçiriyorum.		
23.	Yurt içi ve yurt dışı kişisel uçak seyahatlerimde son bir yılda 3 saatten az vakit harcadım.		
24.	Son bir yıldaki yurt içi ve yurt dışı kişisel uçak seyahatlerimde 15 saatten fazla vakit harcadım.		

***Evet** cevabınızın çokluğu, ekolojik ayak izinizin büyük olduğunu gösterir.*

	Su Ayak İzi Soruları	**Evet**	**Hayır**
1.	Aile bireylerinin birbirlerini suyun tasarruflu kullanılması konusunda bilinçlendirmesini isterim.		
2.	Su tasarrufunu öğrenmenin sadece okullara bırakılmasına üzülürüm.		
3.	Banyo yaparken su tasarrufu yapmak hoşuma gitmez.		
4.	İnsanlar daha az su kullanarak da bugünkü hayat kalitesinde yaşayabilirler.		
5.	Apartmanlarda balkonları su ile yıkamak yerine silerek su tasarrufu yapmak hoşuma gider.		
6.	Tarımsal su kullanımında tasarruflu yaklaşımların doğru olduğuna inanıyorum.		
7.	Her yaştan insanın aynı düzeyde su tasarrufu yapabileceğine inanıyorum.		
8.	Hızlı kentleşmenin su kaynaklarındaki kirlenmeyi artırmasının su kıtlığına yol açmasından kaygı duyuyorum.		
9.	Atık suların geri dönüşümsüz hâlde bırakılması beni üzer.		
10.	Tarımda gübre ve ilaç kullanımının su kaynaklarındaki kirlenmeyi artırıyor olması canımı sıkar.		
11.	Yapacağım su tasarrufunun gelecek nesillerin yaşamına katkı sunacağını düşünmek beni rahatlatır.		
12.	Evlere su tasarruflu musluklar ve makineler satın almak için masraf yapmayı gerekli buluyorum.		

***Hayır** cevabınızın çokluğu, su ayak izinizin büyük olduğunu gösterir.*

	Karbon Ayak İzi Soruları	**Evet**	**Hayır**
1.	Enerji elde etmede odun / kömür yerine doğal gazı tercih ederim.		
2.	Doğal gaz tüketiminde tasarruflu olmayı tercih ederim.		
3.	Toplu taşıma araçlarını mümkün olduğunca kullanırım.		
4.	Kısa mesafelerde yürümeyi tercih ederim.		
5.	Uzak mesafelere uçak ile yolculuk yapmayı tercih ederim.		
6.	Televizyon, bilgisayar gibi cihazları kullanmadığım zaman uyku modunda bırakırım.		
7.	Televizyon, bilgisayar gibi cihazları kullanmadığım zaman enerji bağlantısını çekerim.		
8.	Aydınlatma amacıyla enerji tasarruflu ampulleri tercih ederim.		
9.	İthal yiyecekler yerine yerel yiyecekler tercih ederim.		
10.	Satın alınan giyeceklerin etiketlerini kontrol ederek yakın mesafede üretilenleri tercih ederim.		
11.	Gereksiz yere ambalajlanmış ürünlerden uzak dururum.		
12.	Plastik ürünler yerine camdan imal edilmiş ürünleri tercih ederim.		

***Hayır** cevabınızın çokluğu, karbon ayak izinizin büyük olduğunu gösterir.*

Ana Düşünce

- *Ekosistem, canlılar ile canlıların içinde bulunduğu cansız çevrenin tamamıdır.*
- *Canlılar beslenmelerine göre üretici, tüketici ve hem üretici hem tüketici olarak ayrılır.*
- *Ekosistemlerde sürdürülebilirlik, madde döngüleri ile sağlanır.*
- *Hızlı nüfus artışının ve endüstrinin gelişmesine bağlı olarak ekolojik ayak izi, karbon ayak izi ve su ayak izi büyümüştür.*

Çevre Sorunları Soruları

Sıra Sizde

Ekolojik ayak izini, su ayak izini ve karbon ayak izini küçültmek bireylerin çevreye verdiği zararı azaltmak demektir. Bireylerin çevreye verdiği zararları azaltmak için sosyal farkındalık projeleri geliştirilir, farklı eğitim platformlarında bu konular işlenerek bireyler bilinçlendirilmeye çalışılır. Ayak izlerini küçültmek amacıyla bireysel olarak başka nelere dikkat edilmelidir? Araştırarak sınıf ortamında arkadaşlarınızla tartışınız.

3.2.3. Yerel ve Küresel Bağlamda Çevre Kirliliğinin Önlenmesine Yönelik Çalışmalar

Ülkemizde ve dünyada çevre kirliliğinin sebepleri aynıdır. Dünya üzerindeki ülkeler kendi çevre kirliliği ile baş etmek için çözümler üretirken diğer taraftan başka ülkelerle iş birliği yaparak çevre kirliliğinin çözümü için ortak projeler geliştirmektedir.

Ülkemizde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, yaşanabilir bir çevre için tüm kirletici faktörlerin önlenmesi ve kontrolü için kamu ve sivil toplum kuruluşları ile ortak çalışmalar yürütmektedir. Ayrıca uluslararası projelerde yer alarak dünya çevre kirliliği ile ilgili konularda ülkemizin üzerine düşen görevleri yerine getirmek için çalışmaktadır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, ülkemizin farklı bölgelerindeki kirliliği önlemek amacıyla deniz ve kıyı yönetimi, su ve toprak yönetimi planlamaları yapmaktadır. Batı Akdeniz Havzası, Ceyhan Havzası, Kuzey Ege Havzası kirlilik planları ve bunların çözümü ile ilgili projeler gerçekleştirilmektedir. Örneğin deniz kirliliğini önlemek için "çevre dostu balık çiftlikleri" oluşturulmaya çalışılmaktadır (Görsel 3.54).

Görsel 3.54: Çevre dostu balık çiftlikleri

İklim değişimi ve hava yönetimi konusunda, egzoz emisyon ölçümü gibi akaryakıt türlerindeki kükürt oranının ve kokuya neden olan emisyonların azaltılmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır.

Atık yönetimi ile ilgili planlamalarda endüstriyel atıkların, sağlık kuruluşlarının tıbbi atıklarının etkisiz hâle getirilmesi için çalışmalar yürütülmektedir. Atık su arıtma tesislerinin kurulması, arıtılmış atık suların yeniden kullanımına yönelik projeler ve atık yağ toplama projeleri geliştirilmektedir. Ayrıca kalıcı organik kirleticilere yönelik Stockholm Sözleşmesi'ne uygun şekilde hareket edilmesi amacıyla gerekli önlemler alınmaktadır.

Bu projeler geliştirilirken dikkat edilen ve uygulamaya konulan en önemli husus toplumu bilinçlendirme çalışmalarıdır. Kamu kurum ve kuruluşlarında, özel sektörde, okullarda bilgilendirme ve bilinçlendirme çalışmaları yapılmaktadır.

Çevre kirliliği tüm dünya ülkelerince ortak sorun kabul edilmiştir. Bu anlamda nükleer enerji santrallerinin yapımı kısıtlanmakta, maden arama çalışmaları su ve toprak kirliliğini önlemek amacıyla denetlenmektedir.

Bunları Biliyor musunuz?

Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından hazırlanan ve kalıcı özellik göstermesi sebebiyle çevre ve insan sağlığını olumsuz etkileyen maddelerin kullanılmasına yasaklama ve sınırlama getiren kalıcı organik kirleticilere ilişkin Stockholm Sözleşmesi, 17 Mayıs 2004 tarihinde yürürlüğe giren küresel nitelikli bir anlaşmadır. Amacı, insan sağlığını ve çevreyi kalıcı organik kirleticilerin zararlı etkilerinden korumaktır. Sözleşme kapsamında kalıcı ve organik kirleticilere ilişkin bir ulusal uygulama planı hazırlanması ve bu planın periyodik olarak güncellenmesi; söz konusu kimyasalların stoklarının ve salınımının azaltılması veya ortadan kaldırılmasına yönelik önlemlerin alınması ve bu bilgilerin raporlanması, kamuoyunun bilgilendirilmesi, bilinçlendirilmesi ve eğitim faaliyetlerinin yerine getirilmesi çalışmalarını yürütür.

Toplam 179 ülkenin taraf olduğu Stockholm Sözleşmesi'ni ülkemiz 23 Mayıs 2001'de imzalamış ve 12 Ocak 2010 tarihinden itibaren taraf olmuştur.

Çevre Kirliliği

Sıra Sizde

Çevre kirliliği ve bu kirliliğin oluşturduğu sonuçlar, ekosistemlerin doğal dengesini bozarak yerel ve küresel boyutta tüm dünyayı etkisi altına almaktadır. Çevreye yerel ve küresel boyutta zarar veren üretim ve tüketim faaliyetlerinin neler olduğunu araştırınız. Bu faaliyetlerin yol açtığı çevre kirliliğinin önlenmesine yönelik çözüm önerileri düşününüz, fikirlerinizi sınıfça tartışınız.

Çevre kirliliği tüm dünyada önemli bir sorundur. Bu sorunun çözülebilmesi için kirletici kaynakların belirlenmesi, bu kaynakların çeşitliliğinin ve kirlilik boyutunun saptanması gerekir. **Biyoloji**; çevre kirliliği ile ilgili sorunlarda kimya, biyokimya, tıp, bilişim bilimleri, matematik ve istatistikle ortaklaşa çalışır. Bu disiplinlerin çalışmalarını biyoinformatik veriler hâlinde düzenler. Bu verileri çevre mühendisliği, ziraat mühendisliği, orman mühendisliği ve peyzaj mimarlığı alanlarında kullanarak çevre kirliliğini önlemek için çalışmalar yapar. Örneğin çevre mühendisleri bir işletmenin kurulma aşamasında ÇED (Çevre Etkisi Değerlendirme) raporu hazırlar. İşletmenin kurulmadan önce çevre üzerindeki önemli etkilerinin araştırılıp sunulduğu bu raporda aynı zamanda işletmeden kaynaklanabilecek çevresel etkiler net bir şekilde gösterilir. Bu şekilde projeler başlamadan önce gerekli önlemlerin alınması sağlanır. Ziraat mühendisleri, tarım ürünlerinin ve su ürünlerinin yetiştirilmesinde kullanılan suların çevre kirliliğindeki etkisini araştırır. Peyzaj mimarlığı da doğal ve fiziksel çevreyi insan sağlığına uygun hâle getirmeye çalışır. Biyolojik çeşitliliği bozmadan arazi planlaması yapar. Sürdürülebilirlik amacıyla ekolojik öncelikli projeler üretilmesini sağlar.

Sıra Sizde

Çevre kirliliğinin önlenmesinde biyolojinin diğer disiplinler ile nasıl ilişkilendirildiğine bir örnek de siz bulup sınıf içinde arkadaşlarınızla paylaşınız.

3.3. Doğal Kaynaklar ve Biyolojik Çeşitliliğin Korunması

Doğal kaynakların korunması sürdürülebilirlik açısından önemlidir. Doğal kaynaklarda sürdürülebilirliğin sağlanmasıyla biyolojik çeşitlilik korunur. Ayrıca biyolojik çeşitliliğin korunmasında biyokaçakçılığın önlenmesi, endemik türlerin koruma altına alınması ve gen bankalarının gerekliliği söz konusudur.

3.3.1. Doğal Kaynakların Sürdürülebilirliği

İnsanların hayatını devam ettirebilmesi için ihtiyaç duyduğu, doğada kendiliğinden oluşmuş, oluşum aşamalarında insan aklının ve tekniğinin herhangi bir etkisi bulunmayan bütün kaynaklara **doğal kaynaklar** denir. Doğal kaynaklar; yer altı kaynakları (demir, boksit, kurşun, altın, çinko, gümüş, bor, fosfat, tuz, mermer, granit, kalker, sünger taşı, amber taşı, zirkon, elmas vb.), ormanlar ve orman ürünleri, yabani hayvanlar, su ve su ürünleri, hava, rüzgâr, güneş, tarım toprakları, meralar, fosil yakıtlar (petrol, kömür, doğalgaz), doğal turistik kaynaklar (göller, kuş cennetleri, çağlayanlar, termal kaynaklar, kıyılar ve plajlar, peribacaları, travertenler, mağaralar, yaylalar vb.) gibi canlı ve cansız unsurlardır. Doğal kaynakların bazıları (örneğin hava ve su) fizyolojik birer ihtiyaçtır. Bazıları insanlar tarafından kullanılıp işlenerek hayati ve ekonomik değeri olan ürünlere dönüşür. Örneğin doğal kaynak olan toprak işlenerek çeşitli tarım ürünleri elde edilir.

Doğal kaynakların kullanımı sürekli değildir ve sınırlıdır. Hava ve su gibi doğal kaynakların sürekli bir döngü ile yenilendiği bilinmektedir. Her ne kadar hava ve su **yenilenebilir** kaynaklardan olup tükenmese bile kirletilen doğal kaynaklardandır. Kirletildiği durumda da canlılara olan faydası sınırlanmaktadır. Çevre kirliliğinin artması, içilebilir su kaynaklarını ve buradan elde edilen su ürünlerini (balık, mercan, sünger vb.) yok etmektedir.

Doğal kaynakların bir kısmı (örneğin yer altı kaynakları); kömür, petrol, doğal gaz **yenilenemeyen** kaynaklardandır. Bu maddelerin oluşumu milyonlarca yıl öncesinde jeolojik devirde gerçekleşmiştir. Tekrar oluşmaları için milyonlarca yıl geçmesi ve dünya şartlarının o zamanki gibi olması gerekmektedir.

Doğal kaynaklar kullanılırken ekosistemin dengesini bozmayacak ve kendi kendini yenilemesine izin verecek şekilde hareket edilmesi gerekmektedir. Doğal kaynakların sürdürülebilirliği, doğal kaynakların bugününü ve geleceğini içine alan önemli bir kavramdır. Sürdürülebilirliğin amacı, dünyanın mevcut kaynaklarının korunmasını ve gelecek nesillere aktarılmasını sağlamaktır.

Dünya nüfusunun hızla artması, doğal kaynakların çok hızlı bir biçimde tüketilmesine neden olmaktadır. Bu nedenle dünya genelinde ve ülkemizde doğal kaynakları korumak amacıyla bazı önlemler alınmaktadır. Bu önlemler doğal kaynakların korunması, geliştirilmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarına daha fazla yer verilmesi ve geri dönüşüm gibi konuları içermektedir. Örneğin erozyon ve erozyonla mücadele etme doğal kaynakların korunması ve geliştirilmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Bu amaçla Orman ve Su İşleri Bakanlığı erozyonla mücadele etme konusunda önlemler almaktadır. Çölleşme ve erozyonla mücadele için potansiyel ağaçlandırma sahaları belirleyerek bunları bitki örtüsü ile kaplama çalışmaları yapmaktadır. Ayrıca kurulacak baraj gölleri altında kalan özellikli bitkilerin korunması, taşınması ve çoğaltılması ile ilgili çalışmalar, heyelan ve sel tehlikesi olan bölgelerde rehabilitasyon amacıyla önlemler almaktadır.

Aynı Bakanlığın bünyesinde bulunan farklı birimler; yabani hayatın korunması ve avlanma, millî parkların korunması, endemik bitkilerin korunması ve yetiştirilip çoğaltılması gibi birçok konuda projeler geliştirip başarılı uygulamalar yapmaktadır. Örneğin tabiatta bulunan yaralı, hasta, yardıma muhtaç yabani hayvanları tedavi ve rehabilite etmek amacıyla farklı bölgelerde yabani hayvan kurtarma ve rehabilitasyon merkezleri kurulmaktadır. Bu merkezlerde şahin, leylek, karabatak, kaya kartalı, pelikan, puhu kuşu, ayı, yılan, kertenkele, deniz kaplumbağası, sincap, yaban keçisi, karaca ve tilki gibi çok sayıda yabani hayvan tedavi edilerek tabii yaşamlarına bırakılmaktadır. Bu merkezlerin sayısının artırılması amacıyla çalışmalar hızlı bir şekilde yürütülmektedir (Görsel 3.55).

Görsel 3.55: Yabani Hayvan Tedavi ve Rehabilitasyon Merkezi

Sıra Sizde

- *Albert Einstein (Albert Aynştayn) “Eğer arılar yeryüzünden kaybolursa insanın sadece 4 yıl ömrü kalır. Arı olmazsa döllenme, bitki, hayvan ve insan da olmaz.” demiştir. İnsan ve dünya yaşamı için arıların öneminin vurgulandığı bu söylemden yola çıkarak siz de arıların doğadaki önemini araştırıp sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.*

Görsel 3.56: Bal üretimi

Ülkemizde gerçekleştirilen doğal kaynakların sürdürülebilirliği ile ilgili önemli projelerden biri "Bal Ormanları" projesidir (Görsel 3.56). Bu projeyle ilk bakışta arıcılığın desteklenmesi ve geliştirilmesi hedeflenmiş gibi anlaşılabilir. Arıcılığın yaygınlaştırılması ve geliştirilmesi; aynı zamanda biyolojik çeşitliliğin korunması, gelecek nesillere aktarılması, sürdürülebilir gıda güvenliği ve erozyonun önlenmesi demektir. Bal ormanı oluşturmak için uygun alanlar tespit edilerek bu alana uygun bitki türleri seçilip dikimleri yapılmaktadır. Bölge halkı da arıcılık konusunda teşvik edilmektedir. Bu proje ile hem bal üretimi ve ihracatı artırılmakta hem de çok sayıda arazi, bitki örtüsü ile kaplanarak erozyonla mücadele gerçekleştirilmektedir.

Doğal kaynaklardan olan su ürünlerinin sürdürülebilirliği konusunda ülkemizde son yıllarda önemli çalışmalar yapılmaktadır. Bunlardan biri, su ürünleri avcılığının sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla yapılan düzenlemedir. Bu düzenlemeye göre yumurtlama döneminde olan balıkların yuvalarının bozulmamasına ve küçük balıkların büyüyüp gelişmesine fırsat vermek amacıyla belli dönemlerde balık avı yapılmaktadır. Av yasağı da denilen bu uygulama sayesinde belli yıllarda denizlerde yok olacak derecede azalan hamsi balığının sayıca artışı tekrar sağlanmıştır (Görsel 3.57). Ayrıca diğer av hayvanları için de uygun yasalar ve düzenlemeler getirilmiştir. Çünkü av hayvanlarının kontrolsüz avlanması nesillerinin tükenmesine yol açmaktadır.

Görsel 3.57: Av yasağı sayesinde denizde hamsi popülasyonunun artması.

Görsel 3.58: Rüzgar türbinleri

Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan rüzgâr enerjisi konusunda Türkiye, son yıllarda önemli adımlar atmıştır. Marmara Bölgesi ve Ege kıyıları bu bakımdan yüksek bir potansiyele sahiptir. Dev rüzgâr türbinleri (rüzgâr santralleri) sayesinde rüzgâr enerjisi doğrudan elektrik enerjisine çevrilebilmektedir (Görsel 3.58).

Görsel 3.59: Çevre dostu bina amblemi

Son yıllarda Türkiye'de gerçekleştirilen diğer bir başarılı uygulama da "Sürdürülebilir Yeşil Binalar" uygulamasıdır (Görsel 3.59). Bu uygulamayla Yeşil Binalar ile çevre dostu yerleşim alanları oluşturulması amaçlanmaktadır. Türkiye bu konuda dünyada ilk on ülke arasında yer almaktadır.

Görsel 3.60: Geri dönüşüm amblemi

Sürdürülebilirliğin diğer önemli kısmı olan geri dönüşüm konusunda da Türkiye'de başarılı projeler hayata geçirilmiştir. Geri dönüşümün amacı; ham madde ve enerji tüketimini azaltmak, çöp ve atık malzeme miktarını azaltarak çevre kirliliğini önlemeye çalışmaktır. Kâğıt, plastik, cam vb. atıklar geri dönüştürülerek doğal kaynakların (ağaçlar, petrol, enerji gibi) sürdürülebilirliği hedeflenmektedir (Görsel. 3.60).

Organik atıkların (çiftlik hayvanlarının gübresi, evsel atıklar, tarla, bahçe atıkları vb.) hem geri dönüştürülmesi hem de bu atıkların yenilenebilir enerji kaynağı olarak kullanılması hedeflenerek ülkemizin farklı bölgelerinde biyogaz üretim tesisleri kurulmuştur (Görsel 3.61). Biyogaz üretimi ile fosil yakıtların sürdürülebilirliği hedeflenmektedir.

Görsel 3.61: Biyogaz üretim tesisleri: Organik ev atıkları (a), Tarla ve hayvan atıkları (b)

Doğal Kaynakların Sürdürülebilirliği

Doğal Kaynakların Sürdürülebilirliği Soruları

Gelecek nesillere temiz bir çevre ve yaşanabilir sağlıklı bir dünya emanet etmek isteniyorsa doğal kaynakların israf edilmeden kullanılması gerekir. Bu konuda bilinçli tüketici olmak gerektiği unutulmamalıdır. Ayrıca doğal kaynakların bilinçli bir şekilde kullanılması hem insani hem de millî bir görevdir.

Okuma Metni

GÜBRE BÖCEKLERİ

Büyük Britanya'dan yerleşimcileri taşıyan on bir yük gemisi, ihtiyaç duyacakları malzemelerin tamamı ile dolu olarak Avustralya kıyılarına geldi. Bu gemide önemli bir hayvan endüstrisi kurmayı sağlayacak iki boğa ve beş inek vardı. Ancak yerleşimciler, kendileri ile birlikte gübre böceği getirmeyerek büyük bir hata yaptı.

Gübre böcekleri; larva yaşamları sırasında otlayan memelilerin gübresini tüketen bir böcek türüdür. Bazı türler doğrudan içine yerleşen gübre parçalarını yumurtlar, bazıları ise gübre parçasını bölerek yuvarlak hâle getirir ve yuvarlayarak götürüp gömer. Kanguru, kısa kuyruklu keseliler ve diğer keseli memelilerin kuru ve lifli dışkılarını işleyip gömmeye alışık olan gübre böcekleri, hızla çoğalan sığır ve koyunların ürettiği çok miktarda dışkıyı işlemeyi yetiştiremedi. Bir inek günde 10-12 dışkı parçası bırakabilir ve bunu parçalayıp gömecek gübre böceği olmayınca binlerce dönüm Avustralya merası, otlayan çiftlik hayvanları için kullanışsız hâle geldi.

Sığır dışkısı Avustralya çalı sineği ve larvaları için eşsiz bir doğal habitat oluşturdu. Bunun sonucunda sinek popülasyonunda çok büyük bir artış gerçekleşti. İnsanların yüzüne doğru uçan sinekler o kadar rahatsızlık verdi ki Avustralya'nın bazı bölgelerinde yılın bazı zamanlarında yemek, içmek hatta nefes almak bile neredeyse imkansız hâle geldi.

1964'te Avustralya'nın ulusal bilim kurulu dışkı sorununu ele aldı. Entomologlar, sığır dışkısını işleyip gömebilecek gübre böceği türleri bulmak için Afrika'ya ve dünyanın diğer bölgelerine gittiler. Böyle bir tür olan *Onthophagus gazella* (Ontofagus gazella) ilk olarak 1968'de Güney Amerika'ya getirildi. Ertesi yıl dört tür daha ve 1984 yılı itibarıyla dünyanın dört tarafından 50 gübre böceği türü, sığır dışkısı temizleyip ortadan kaldırmak göreviyle Avustralya'ya getirildi.

Farklı habitat ve iklim şartlarına ihtiyaç duyan birçok türün Avustralya kıtası boyunca çeşitli çevreleri sarması gerekiyordu. Proje, sadece sinek popülasyonunu küçültmekle kalmayıp başka istenen etkiler de ortaya çıkararak ses getiren bir başarı ortaya koydu.

Gübre böcekleri; sığırlardaki yuvarlak kurt, kancalı kurt ve diğer dışkılarla beslenen kurtların neden olduğu parazit enfeksiyon vakalarını azalttı ve dışkıdan toprağa azot salarak otlak alanların verimliliğini artırdı.

Avustralya'ya sığırları getiren yolcuların ve mürettebatın büyük bir ekolojik deneyimi taşıdıklarından haberi yoktu. Bilerek ya da bilmeyerek insanlar her organizmayı kendi yerel habitatlarından daha önce hiç yaşamadıkları yerlere taşıyorlardı. Şimdi organizmaları mevcut topluluklara taşımanın beklenmedik yankılarının olabileceği ve küçük organizmaların bile ekosistemlerde enerji akışında ve beslenme döngüsünde büyük etkileri olabileceği çok açıktır.

Yaşam Bilimi Biyoloji
(Düzenlenmiştir.)

Bunları Biliyor musunuz?

Çevre sevgisi ve bilincinin bireylere küçük yaşlarda aile ve eğitim kurumları tarafından kazandırılması gerekir. Aksi takdirde bu bireyler bilinçli veya bilinçsiz olarak çevreye zarar verebilir. Çevreye zarar veren bireyler için çeşitli yaptırımlar söz konusudur. Çevre sorunlarının çok çeşitli ve etkilerinin uzun süreli olması başta ekonomi ve sağlık hakları alanında olmak üzere birçok hak alanında ihlallere sebep olmaktadır.

Çevre Hukuku, yurttaşların temiz ve sağlıklı bir çevrede yaşam hakkını korumak için devletlerin ve uluslararası toplumların sorumluluklarını ve hükümlülüklerini belirler.

3.3.2. Biyolojik Çeşitliliğin Yaşam İçin Önemi

Biyolojik çeşitlilik; ekosistem çeşitliliğini, tür çeşitliliğini ve bir türe ait genetik çeşitliliği ifade etmektedir. Ekosistem çeşitliliği; bir bölge veya alandaki tüm canlıların cansız çevre ile oluşturduğu yaşam sistemlerinin birbirinden farklı oluşunu ifade etmektedir. Canlı türlerinin çeşitlilik bakımından zenginlik göstermesi tür çeşitliliğini, aynı canlı grubundaki (aynı türdeki) bir bireyin diğerinden farklı olması da genetik çeşitliliği oluşturmaktadır.

Türkiye biyolojik çeşitlilik açısından dünyanın en zengin ülkelerinden biridir. Dünyanın sadece belirli bir bölgesinde veya alanında yaşama imkânı bulan ve sadece oraya özgü canlı türlerine **endemik canlı** denir. Ülkemiz **endemik tür** açısından ılıman kuşakta yer alan birçok ülkeden daha fazla çeşide sahiptir.

Dünyanın iki büyük kuş göç yolu üzerinde olması nedeniyle ülkemiz, kuşların beslenme ve üreme alanı olması açısından önem taşımaktadır. Türkiye'nin Akdeniz ve Ege kıyılarındaki bazı habitatlar Akdeniz foku (*Monachus monachus* = monakus monakus), deniz kaplumbağası (*Caretta caretta* = karetta karetta) ve yeşil deniz kaplumbağası (*Chelonia mydas* = kelonya midas*)* gibi nesli tehlikede olan türlere barınma ortamı sağlamaktadır (Görsel 3.62 ve 3.63).

Omurgasızlar, özellikle de böcekler, dünyada olduğu gibi ülkemizde de en geniş canlı grubunu oluşturmaktadır. Türkiye omurgasız hayvan türü bakımından zengindir. Bugüne kadar, bunların yaklaşık 1/3'ü tanımlanabilmiştir. Tanımlanmış bu türler içinde en geniş grubu böcekler oluşturmaktadır. Türkiye denizlerinde çok sayıda omurgasız canlı grubu bulunmakta olup bunlar arasında sünger, mercan gibi ekonomik değeri olan türler mevcuttur.

Görsel 3.62: Akdeniz foku

Görsel 3.63: Deniz kaplumbağası

Sıra Sizde

Biyolojik çeşitlilik açısından bakıldığında Türkiye'nin neredeyse küçük bir kıta özelliği gösterdiği söylenmektedir. Ülkemizin bu kadar yüksek oranda biyolojik çeşitlilik göstermesinin ve endemik tür sayısının fazla olmasının nedenleri neler olabilir? Araştırarak sınıf ortamında arkadaşlarınızla tartışınız.

Bunları Biliyor musunuz?

Sülükler eski çağlardan günümüze kadar bazı hastalıkların tedavisinde kullanılmıştır. Tıbbi sülüklerin farklı birkaç türü bulunur. Türkiye dünyada sülük ihraç eden önemli ülkelerden biridir. Sülüklerin tükürük bezi salgıları çeşitli biyoaktif maddeler içerir. Bu salgıların ağrı giderme, ödem çözme ve kan basıncını düşürme gibi etkileri vardır.

Ülkemiz, endemik türler açısından çok değerli genetik kaynaklar sunan kendine has biyolojik çeşitliliğe sahiptir. Türkiye, gıda ve tarım alanında birçok bitkinin endemik olarak yetiştiği bir bölgedir. Pek çok endemik bitki, tıbbi ve aromatik özellikleri ile değer kazanmaktadır. Ülkemize ait bitkilerin ilaç, gıda, süs bitkisi ve kozmetik ham maddesi olarak ekonomiye olumlu katkıları bulunmaktadır. Bazı bitkilerden elde edilen uçucu yağlar ihraç edilmektedir. Örneğin gül, kekik, defne, ada çayı, ıtır çiçeği, sığla, kimyon, anason, lavanta, limon, portakal, mersin, biberiye uçucu yağları gibi. Türkiye; kekik, defne, kebere, kimyon gibi bitkilerde önemli tedarikçi ülke konumunda olup en büyük geliri kekik ve defne bitkisinden elde etmektedir. Diğer yandan haşhaş, hem tohumu hem de alkaloitleri ile önemli ihraç ürünlerimizdendir (Görsel 3.64). Afyon Alkaloitleri Fabrikasında üretilen morfin ve türevlerinin %97'lik kısmı ihraç edilmektedir. Morfin tıpta genel anestezi için kullanılan bir alkaloittir.

Görsel 3.64: Haşhaş bitkisi

Tıbbi ve aromatik bitki yetiştiriciliğinin geliştirilmesi amacıyla birçok ilimizde tıbbi ve aromatik bitki yetiştirme merkezleri kurulmuştur. Bu merkezlerde yetiştirilen bitkiler sayesinde hem biyoçeşitlilik korunmakta hem de ekonomiye olumlu katkılar sağlanmaktadır.

Biyolojik çeşitlilik ve endemik türler ülkemizin millî mirasıdır. Dünyanın hiçbir bölgesinde bulunmayan güzelliklere sahip ülkemiz, aynı zamanda sahip olduğu biyoçeşitlilik ve endemik türler bakımından küresel bir miras olma konumundadır. Bu mirasa sahip çıkmak için tabiatta yaşayan her canlının yaşamına ve yaşadığı ortama saygı duymak gerekir. Doğada yaşam alanı bulan her çeşit canlı, hem biyoçeşitliliğin hem de ekosistemin doğal bir parçası olmaktadır. Ekosistemlerin doğal işleyişinin devam edebilmesi için bu canlıların sayılarının azalmaması ve soylarının tükenmemesi gerekmektedir. Canlı türlerinin azalması ve soylarının tükenmesi, biyoçeşitliliğin azalması demektir. Bu durum aynı zamanda ekosistem çeşitliliğinin azalması ve ekosistemlerin yok olması anlamına gelmektedir.

Biyolojik Çeşitlilik Soruları

Sıra Sizde

Birey olarak biyolojik çeşitliliğe ve ekosistemin doğal işleyişine saygı göstermek için neler yapılabilir? Araştırarak arkadaşlarınızla sınıf ortamında paylaşınız.

3.3.3. Biyolojik Çeşitliliğin Korunması

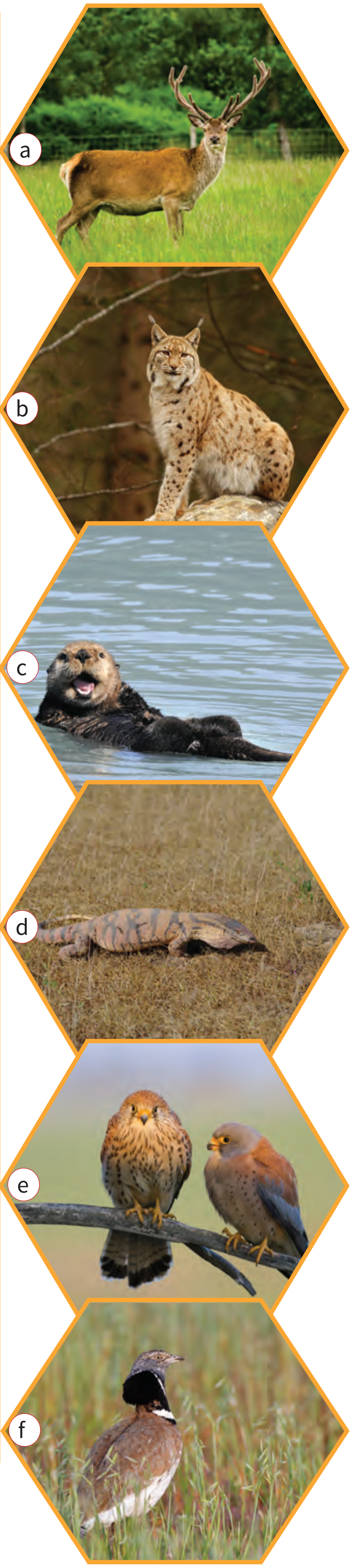
Ülkemizde biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması amacıyla nesli tükenmekte olan türler ve endemik türler koruma altına alınmakta ve gen bankaları oluşturulmaktadır.

Nesli tükenmekte olan, koruma altına alınması gereken bitki ve hayvan türleri için dünya genelinde çalışmalar yapan Dünya Koruma Birliği (IUCN), ''Kırmızı Veri Kitabı'' adı verilen bir envanter hazırlamıştır. Ülkemiz endemik türlerini de içine alan bu çalışmada soyları tükenme tehlikesi ile karşı karşıya olan canlılar değişik kategoriler içine alınarak tehlike sınırları çizilmiştir (Görsel 3.65 ve 3.66).

Adı	Yayılma Alanı	Durumu
Anadolu sığla ağacı *(Liquidambar orientalis* = likitambar oryentalis)	Fethiye ve Muğla civarında yetişir.	Günlük ağacı olarak da bilinen bu bitki koruma altındadır.
Şevketibostan *(Scolymus hispanicus* = sıkalimus hispanikus*)*	Ege, Marmara, Karadeniz, Akdeniz bölgelerinde yetişir.	Doğadan toplanarak hem tıbbi araştırmalarda hem de sebze olarak kullanıldığı için nesli tehdit altındadır. Koruma altına alınmıştır.
Konya gaşağı *(Centaurea iconiensis* = *sentorie ikoniyensis)*	Dünya üzerinde sadece Konya'da yetişir.	Koruma altına alınmıştır.
İstanbul üçgülü *(Trifolium parchycalyx* = tırifolyum parçakeyliks*)*	Ömerli Havzası civarında yetişir.	Bern Sözleşmesi ile koruma altına alınmıştır.
Türk kayagülü *(Aethionema turcicum* = etyonima tursikum)	Ankara'nın Ayaş ve Polatlı ilçeleri civarında yetişir.	Yasalarla koruma altına alınmıştır.
Mavi yıldız *(Amsonia orientalis* = amsonya oryen*talis)*	Türkiye'nin kuzeybatısında yetişir.	Nadir görülen bir bitkidir. Bern Sözleşmesi ile koruma altındadır.
Kanburuyan *(Alkanna aucheriana* = alkana okeryana*)*	Adana, Mersin, Karaman ve Antalya civarındaki meşe ve çam ormanlarında yetişir.	IUCN tarafından belirlenen kriterlere göre nesli tehdit altındadır. Koruma altına alınmıştır.
Erzincan süt otu *(Sonchus erzincanicus* = sonkus erzincanikus)	Dünyada sadece Erzincan ovasında tuzlu sazlık alanlarda yetişir.	Bern Sözleşmesi ile koruma altına alınmıştır.
Narin acı çiğdem *(Colchicum micranthum*= kolsikum mikrantum)	İstanbul civarında yetişir.	Nesli tükenmek üzeredir. Bern Sözleşmesi ile koruma altına alınmıştır.
Sarı meyan *(Termopsis turcica* = termopsis tursika)	Dünyada sadece Konya Akşehir Gölü ve Afyonkarahisar Eber Gölü'nün güneyinde yetişir.	IUCN tarafından koruma altına alınmıştır.
Çöven *(Gypsophila paniculata* = cipsofila panikulata)	İç Anadolu'da tuzlu step topraklarında yayılım gösterir.	Soyu tüm dünyada tehdit altında ve tükenmek üzeredir.
Kilyos peygamber çiçeği *(Centaurea kilaea* = sentora kilaö)	Batı Karadeniz kıyılarında yayılım gösterir.	Bern Sözleşmesi ile koruma altına alınmıştır.
Toros kardeleni *(Galanthus elwesii* = galantus elvesi)	Toros Dağları'nda yetişir.	Nesli tükenmek üzere olduğu için doğadan toplanması yasaklanmıştır.
Orkide *(Orchis anatolica* = orkis anatolika)	Milas-Gökova Körfezi, Antalya'nın Elmalı ve Kaş ilçeleri ile Kastomonu'da yayılış gösterir.	Toprak altındaki yumruları salep yapımında kullanılır. Nesli tükenme tehlikesi altındadır. Koruma altına alınmıştır.

Görsel 3.65: Türkiye endemik bitki türleri Anadolu sığla ağacı (a), İstanbul üçgülü (b), Mavi yıldız çiçeği (c), Erzincan süt otu (d), Çöven (e), Kardelen (f)

Adı	Yayılma Alanı	Durumu
Kızıl geyik (*Cervus elaphus* = Servus elafus)	Trakya'da yaşar.	Nesli tükenme tehlikesindedir. Av üretme istasyonlarında sayıları artırılmaktadır.
Bozayı (*Ursus arctos* = ursus arktos)	Kuzey Anadolu Dağları, Kaz Dağları'nda yaşar.	Nesli tükenme tehlikesindedir. Av üretme istasyonlarında sayıları artırılmaktadır.
Vaşak (*Lynx lynx* = lınks lınks)	Kuzey Anadolu dağlarında yaşar.	Nesli tükenme tehlikesindedir. Av üretme istasyonlarında sayıları artırılmaktadır.
Çengel boynuzlu dağ keçisi (*Rupicapra rupicapra* = rupikapra rupikapra)	Erzurum, Tunceli, Bingöl dağlarında yaşar.	Nesli tükenme tehlikesindedir. Av üretme istasyonlarında sayıları artırılmaktadır.
Yaban koyunu (*Ovis orientalis* = ovis orientalis)	İç ve Doğu Anadolu'da yaşar.	Nesli tükenme tehlikesindedir.
Su samuru (*Lutra lutra* = lutra lutra)	Denize dökülen nehir ağızlarında yaşar.	Nesli tükenme tehlikesindedir. Koruma altına alınmıştır.
Yeşil kaplumbağa (*Chelonia mydas* = kelonya midas)	Akdeniz kıyılarında yaşar.	Nesli tükenme tehlikesindedir. Koruma altına alınmıştır.
Çöl varanı (*Varanus griseus* = varanus griseus)	Ceylanpınar'da ve Birecik'te yaşar.	Nesli tükenme tehlikesindedir. Koruma altına alınmıştır.
Telli turna (*Anthropoides virgo* = antıropodes virgo)	Anadolu'da yaşar.	Nesli tükenme tehlikesindedir. Koruma altına alınmıştır.
Bozkır kartalı (*Aquila nipalensis* = akila nipalensis)	Anadolu'da yaşar.	Nesli tükenme tehlikesindedir.
Küçük kerkenez (*Falco naumanni* = falko nomanni)	Anadolu'da yaşar.	Nesli tükenme tehlikesindedir. Koruma altına alınmıştır.
Bıldırcın kılavuzu (*Crex crex* = krekskreks)	Dünyada sadece Erzincan ovasında ve tuzlu sazlık alanlarda yaşar.	Nesli tükenme tehlikesindedir. Koruma altına alınmıştır.
Mezgeldek (*Tetrax tetrax* = tetraks tetraks)	Orta Anadolu'da yaşar.	Nesli tükenme tehlikesindedir.



Görsel 3.66: Türkiye endemik hayvan türleri: Kızıl geyik (a), Vaşak (b), Su samuru (c), Çöl varanı (d), Küçük kerkenez (e), Mezgeldek (f)

Bunları Biliyor musunuz?

Ayı köpekleri [Amphicyon major (amfikyon major)], Anadolu'da yirmi dört-yirmi beş milyon yıl öncesinde (Miyosen Jeolojik Devrinde) yaşamış memeli bir hayvandır. Miyosen Devri'nin ortamı, büyük yapılı memeli hayvanların yaşamasına uygundur. Ayı köpekleri; baş kısmı ayıya, vücudu köpeğe benzediği için bu şekilde adlandırılır. Bu köpekler, Miyosen Devri'nde Kuzey Amerika, Afrika, Avrupa ve Anadolu'da yaşamıştır. Anadolu'daki ayı köpeğinin Manisa Paşalar köyü ve Yozgat'ın Çandır ilçesi civarında yaşadığı fosil kayıtlarından anlaşılmıştır.

Biyolojik kaynakların ve onlara ait parçaların yetkili makamların izni olmadan doğadan toplanması ve yurt dışına çıkartılması **biyokaçakçılık** olarak adlandırılır. Ülkemizdeki biyolojik çeşitlilik ve endemik türler biyokaçakçılığın tehdidi altındadır. Biyokaçakçılık bitki ve hayvan koleksiyonları oluşturmak veya gen kaynaklarını ele geçirmek amacıyla yapılır. Tüm bunlardan ticari çıkar sağlamak isteyenler, tür çeşitliliği ve genetik çeşitlilik açısından zengin olan ülkemiz ekosistemlerindeki doğal dengeleri bozar. Ülkemizde biyokaçakçılıkla çok çeşitli omurgalı ve omurgasız hayvan türleri ile bitki ve bitki soğanları, mantar çeşitleri yurt dışına kaçırılmaktadır. En çok kelebek ve orkide türleri biyokaçakçılığa maruz kalmaktadır (Görsel 3.67 ve 3.68).

Görsel 3.67: Apollo kelebeği

Görsel 3.68: Kastamonu orkidesi

Biyolojik Çeşitlilik Soruları

Sıra Sizde

- *Biyokaçakçılığı önlemek amacıyla ülkemizde hangi önlemler alınmıştır? Başka hangi yöntemlerle biyokaçakçılık engellenebilir?*
- *Biyokaçakçılığın önlenmesi, biyoçeşitliliğin de korunması demektir. Biyoçeşitliliğin korunması amacıyla başka neler yapılabilir? Konuyla ilgili bir araştırma yapıp çözüm önerileri üretiniz ve önerilerinizi sınıfça tartışınız.*
- *Türkiye'de bulunan mikro gen merkezleri hangi amaçlarla ve hangi bölgelerde kurulmuştur? Araştırarak sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.*

Bitki ve hayvan gen kaynaklarının korunması, nesillerinin devam ettirilmesi ve sürdürülebilir kullanımı amacıyla **gen bankaları** kurulmaktadır. Gen bankalarında muhafaza edilen bitki tohumlarının her biri ayrı bir gen kaynağıdır. Ülkemizde yetişen bitki türleri bu şekilde koruma altına alınmaktadır. Ayrıca gen bankalarında saklanan hücre veya dokularla hayvan ırkları da koruma altına alınarak yeni tür ve ırkların oluşumu için yedekleme yapılmaktadır. Tohum gen bankalarının dışında mikro gen merkezleri de ülkemizin farklı bölgelerinde yer almaktadır. Bu merkezler sayesinde bitkisel biyoçeşitlilik, genetik kaynakların korunması ve geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

Türlerin yok edilmesi, biyolojik çeşitliliğin tahribi ve azalması nerede yaşanırsa yaşansın tüm insanları etkiler. Biyolojik çeşitliliğin kaybolması demek, bazı canlı türlerinin gelecek kuşaklar tarafından görülüp tanınmadan yok edilip ortadan kaldırılması demektir. Dünyamız ve tüm doğal varlıklar insanlığa geçmişin mirası değil, geleceğin emanetidir. Bir atasözü emanete ihanet edilmeyeceğini söyler. Bu nedenle doğal varlıkların ve kaynakların korunması her şeyden önce insanlığın erdemidir.

Ana Düşünce

- *Ekosistem dengelerinin korunması doğal kaynakların sürdürülebilirliği ile sağlanır.*
- *Ülkemiz biyoçeşitlilik ve endemik tür çeşidi bakımından dünyadaki en zengin bölgeler arasında yer almaktadır.*
- *Nesli tükenme tehlikesiyle karşı karşıya kalan canlı türleri için biyokaçakçılığın önlenmesi, endemik türlerin koruma altına alınması ve gen bankalarının kurulması gerekir.*

ÜNİTE ÖZETİ

Canlı türleri ile bunların cansız çevrelerinin oluşturduğu bütüne **ekosistem** denir. Ekosistemlerin işlevleri temelde benzerlik gösterirken büyüklükleri farklılık gösterir. Ekosistemleri bilimsel olarak inceleyen bilim **ekoloji**dir.

Ekosistemin **cansız bileşenler**i ışık, sıcaklık, iklim, su, toprak, mineraller ve ortam pH'ıdır. **Canlı bileşenler**i ise üretici, tüketici ve ayrıştırıcılardır.

Aynı coğrafi bölgede yayılış gösteren tek bir türe ait bireyler **popülasyon**u oluşturur. Belirli alanda yaşayan tüm türlere ait canlıların oluşturduğu bütüne **komünite** denir. Dünya üzerindeki tüm ekosistemler **biyosfer**i oluşturur. Ekosistemlerde meydana gelen değişimler, insan kaynaklıdır veya doğal afetler sonucunda gerçekleşir.

Canlılar beslenme biçimlerine göre ototrof, heterotrof, hem ototrof hem de heterotrof olarak gruplandırılır.

Ekosistemlerde enerjinin tek yönlü akışı söz konusudur. Maddeler; azot, karbon, su döngülerinde olduğu gibi **döngüsel** kullanılır. Güneş enerjisinin besinlerin yapısındaki kimyasal bağ enerjisine dönüşerek üreticilerden tüketicilere doğru aktarılmasına **besin zinciri** denir. Karasal ve sucul ortamların besin zincirleri birbirinden farklıdır. Besin zincirleri birbiri ile bağlantılıdır, kesin sınırlarla ayrılmaz. Birbiri ile bağlantılı besin zincirleri, besin ağını oluşturur.

Canlılar arasındaki **beslenme**, **enerji** ve **biyokütle** ilişkileri piramitler üzerinde gösterilir. Canlıların vücutlarında bazı zehirli maddeler **biyolojik birikim**e neden olur. Bu maddeler besin piramidinde yukarı çıkıldıkça artar.

Güncel çevre sorunları ekosistemlerin doğal dengesini bozar. Ekosistemin doğal dengesinin bozulması canlıları olumsuz etkiler. Ekolojik ayak izi, su ayak izi ve karbon ayak izi için yapılan hesaplamalarla bireylerin çevre sorunlarının ortaya çıkmasındaki etkisi belirlenir.

Çevreye zarar veren üretim-tüketim faaliyetlerinin artması sonucu **yerel** ve **küresel** bağlamda çevre kirliliğinin önlenmesi için yapılan çalışmalar hızlanmıştır.

Doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı, bu kaynakların korunması ve gelecek nesillere miras olarak bırakılmasında etkili olan önemli bir faktördür.

Ülkemiz **biyolojik çeşitlilik** ve **endemik tür**ler açısından zenginlik gösterir. Ülkemizde biyolojik çeşitliliğin korunması amacıyla endemik türler koruma altına alınmakta, biyokaçakçılıkla mücadele edilmekte ve gen bankaları kurulmaktadır.

ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU

Bu ünite kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna ✓ işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1	*Ekosistemi ve ekosistem ekolojisini açıklayabilirim.*		
2	*Ekosistemin canlı ve cansız bileşenleri arasındaki ilişkiyi açıklayabilirim.*		
3	*Popülasyon, komünite ve ekosistem arasındaki ilişkiyi örneklerle açıklayabilirim.*		
4	*Ekosistemde oluşabilecek herhangi bir değişikliğin sistemde oluşturabileceği değişiklikleri açıklayabilirim.*		
5	*Kendi seçtiğim bir ekosistemi tanıtan kısa bir film hazırlayabilirim.*		
6	*Canlılardaki beslenme şekillerini örneklerle açıklayabilirim.*		
7	*Ekosistemdeki madde ve enerji akışını açıklayabilirim.*		
8	*Madde ve enerji akışında üretici, tüketici ve ayrıştırıcıların rolünü açıklayabilirim.*		
9	*Ekosistemlerdeki madde ve enerji akışını besin zinciri, besin ağı ve besin piramidi ile ilişkilendirerek örnekler ile açıklayabilirim.*		
10	*Canlılar arasındaki beslenme ilişkilerini gösteren besin ağı kurabilirim.*		
11	*Biyolojik birikimin insan sağlığı ve diğer canlılar üzerindeki olumsuz etkilerini tartışabilirim.*		
12	*Madde döngüleri ve hayatın sürdürülebilirliği arasında ilişki kurabilirim.*		
13	*Azot, karbon ve su döngülerini açıklayabilirim.*		
14	*Güncel çevre sorunlarını ve bu sorunların insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini açıklayabilirim.*		
15	*Birey olarak çevre sorunlarının ortaya çıkmasındaki rolümü sorgulayabilirim.*		
16	*Ekolojik ayak izi, su ayak izi ve karbon ayak izi ile ilgili uygulamalar yapabilirim.*		
17	*Ekolojik ayak izi, su ayak izi ve karbon ayak izini küçültmek için çözüm önerileri geliştirebilirim.*		
18	*Yerel ve küresel bağlamda çevre kirliliğinin önlenmesine yönelik çözüm önerilerinde bulunabilirim.*		
19	*Yerel ve küresel bağlamda çevre kirliliğinin önlenmesine yönelik çalışmalara örnekler verebilirim.*		
20	*Çevreye saygılı olmanın doğaya sağladığı katkıları açıklayabilirim.*		
21	*Çevreye küresel boyutlarda zarar veren üretim ve tüketim faaliyetlerini tartışabilirim.*		
22	*Doğal kaynakların sürdürülebilirliğinin önemini açıklayabilirim.*		

	Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
23	*Doğal kaynakların sürdürülebilirliğini Türkiye genelindeki başarılı uygulama örnekleri üzerinden çevre farkındalığı oluşturarak açıklayabilirim.*		
24	*Gelecek nesillere yaşanabilir bir çevre bırakabilmek için doğal kaynakların israfından kaçınmak gerektiğini örnekler ile açıklayabilirim.*		
25	*Türkiye'nin biyolojik çeşitlilik açısından zengin olmasını sağlayan faktörleri tartışabilirim.*		
26	*Ülkemizdeki endemik bitkilerin biyoçeşitlilik, sağlık ve ekonomi açısından katkılarını açıklayabilirim.*		
27	*Biyoçeşitlilik ve endemik türlerin küresel ve millî miras olduğunu açıklayabilirim.*		
28	*Tabiattaki her canlının önemli işlevleri olduğunu ve ekosistemin doğal işleyişine saygı göstermenin önemini açıklayabilirim.*		
29	*Soyu tükenen türlerin biyolojik çeşitlilik açısından yeri doldurulamayacak bir kayıp olduğunu açıklayabilirim.*		
30	*Nesli tükenme tehlikesi altında olan canlı türleri ile endemik türlerin korunmasına yönelik çalışmaları örnekler üzerinden açıklayabilirim.*		
31	*Biyolojik çeşitliliğin korunmasına ve biyokaçakçılığın önlenmesine yönelik çözüm önerisi sunabilir ve bu konuyu tartışabilirim.*		
32	*Gen bankalarının gerekliliğini açıklayabilirim.*		

Değerlendirme

Değerlendirme sonunda **Hayır** cevaplarınızı bir kez daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz.

3. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. İnsan nüfusunun giderek artması; insanlar için gerekli olan besin, ilaç ve sanayi ham maddesinin karşılanmasında biyolojik çeşitliliğin korunmasını gerektirir.
Aşağıdakilerden hangisi biyolojik çeşitliliğin korunmasına yönelik önlemlerden değildir?
A) DNA, hücre ya da tohumların saklanması
B) Kanunlar ile gerekli önlemlerin alınması
C) Tarım ilaçları kullanılarak zararlıların ortadan kaldırılması
D) Millî parklar ve doğal koruma ortamlarının oluşturulması
E) Canlı türlerinin yabani formlarının koruma altına alınması

2. Komünitelerin sahip olduğu tür çeşitliliği ekvatordan kutuplara, ovalardan yükseklere doğru değişiklik gösterir.
Bu duruma komünitenin dahil olduğu ekosistemdeki
I. Yağış
II. Nem
III. Sıcaklık
gibi faktörlerden hangilerinin etkisi vardır?
A) Yalnız I
B) I ve II
C) I ve III
D) II ve III
E) I, II ve III

3. Ağaçlar üzerinde yapılan araştırma sonuçlarında
- 30 yaşındaki bir dişbudak ağacının ortalama 30 kişinin çıkardığı karbondioksidi tükettiği,
- Bir hektar çam ormanının bir yılda 20 ton ve meşe ormanının 57 ton toz temizlediği,
- 25 metre uzunluğundaki, 100 yaşında bir meşe ağacının kökleri ile yılda 20 bin litre su çekerek verimli toprağın akmasını önlediği sonuçlarına varılmıştır.

Bu sonuçlara göre
I. Bitkiler erozyonu önleyen canlılardır.
II. Bitkiler havanın temizlenmesinde etkilidir.
III. Ormanlık alanlar yer altı suları bakımından zengindir.
IV. Bitkilerde yaş ilerlediğinde fotosentez oranı artmaktadır.
yargılarından hangilerine varılır?
A) I ve II
B) I ve III
C) II ve III
D) I, II ve III
E) I, II ve IV

4. Atmosferdeki karbondioksit, su buharı, metan ve diğer bazı gazlar; yeryüzünden yayılan ısıyı tutar ve yeryüzü sıcaklığının korunmasına yol açar. Bu duruma **sera etkisi** denir. Ancak bu gazların atmosferde normal değerlerin üzerine çıkması sera etkisinin şiddetini arttırarak küresel iklim değişikliğine neden olur.
Aşağıda verilenlerden hangisinin sera etkisinde farklı yönde bir etkisi olur?
A) Fosil yakıtların kullanımı
B) Sanayi tesislerinin faaliyetleri
C) Ormanlık alanların artırılması
D) İnsan nüfusunun artması
E) Motorlu taşıtlar

5. Ülkemizde biyolojik çeşitliliğin korunmasına yönelik çeşitli uygulamalar vardır.
Aşağıdakilerden hangisi bu uygulamalara örnek olarak verilemez?

A) Deniz kaplumbağalarının (*Caretta caretta*) üreme bölgesi olan Göksu Deltası'nda koruma altına alınması
B) Manyas Kuş Cenneti'nin koruma altında olması
C) Küre Dağları'nın millî park olarak belirlenmesi
D) Kıyı şeridindeki ormanlık alanların yerleşime açılması
E) Bazı illerimizde tıbbi bitki yetiştirme merkezinin oluşturulması

6. Küresel iklim değişikliğinin olumsuz birçok sonucu vardır. Küresel iklim değişikliğini ve olumsuz sonuçlarını azaltacak önlemler almak gerekmektedir. Örneğin bir iş makinesi üreten fabrikanın kurulma ve üretim aşamasında çalışanlar tarafından aşağıdaki işlemler yapılmıştır:

- İnşaat yapımı sırasında ağaçlar korunmuştur.
- Kurşun içeriği düşük olan boyalar kullanılmıştır.
- Yeni çalı ve ağaç tipi bitki dikilmiştir.

Bu olaylarda yapılan işlemlere göre

I. Çevreye zarar vermeyen teknolojiler uygulanmıştır.
II. Fabrika çalışanları yaşamlarına yansıtacakları bir çevre bilinci kazanmıştır.
III. Sanayi kuruluşlarının çevreye zarar vermesi tamamen engellenmiştir.

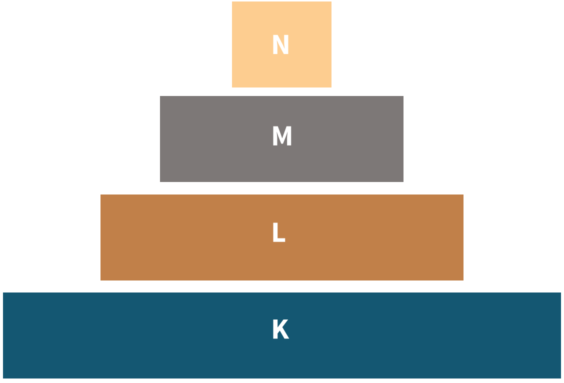
Aşağıdaki seçeneklerden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) I ve II
D) I ve III
E) I, II ve III

7. Yeryüzünde yaşayan canlıların oluşturduğu çeşitliliğe biyolojik çeşitlilik denir.
Aşağıda yapılan uygulamalardan hangisi biyolojik çeşitliliği olumsuz etkiler?

A) Kuşların tohumları uzak mesafelere taşıması
B) Gen bankalarının oluşturulması
C) Denizlerde buharlaşmanın artması
D) Avlanmaya sınırlamalar getirilmesi
E) Botanik ve hayvanat bahçelerinin kurulması

8. Doğada canlılar başka bir canlıyı besin olarak kullanırken kendileri de başka canlıların besini olur. Canlıların birbirlerini tüketmelerine göre sıralanmaları ile oluşan zincire besin zinciri denir. Bir besin zincirini oluşturan canlılar arasındaki enerji aktarımını gösteren besin piramidi aşağıda verilmiştir.



Bu besin zinciri ile ilgili olarak

I. Biyolojik birikim en fazla K basamağında gerçekleşir.
II. N basamağında biyokütle en fazladır.
III. K basamağından N basamağına doğru aktarılan enerji azalır.

açıklamalarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) Yalnız III
D) I ve II
E) I ve III

9. Doğal çevrenin kalitesini yükselterek gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılayabilme imkânı sağlamak, canlı nesillerinin ve yaşama ortamlarının devamlılığını sağlamak sürdürülebilirlik olarak tanımlanır.
Sürdürülebilirliğin sağlanması için
I. Yeşil alanları kullanarak tarım alanlarını genişletme
II. Biyolojik çeşitliliğin azalmasına sebep olan uygulamaları engelleme
III. Doğal yaşam alanlarını, insanların yaşayabileceği yerleşim alanlarına dönüştürme
verilen uygulamalardan hangilerinin yapılması gereklidir?
A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) Yalnız III
D) I ve II
E) I ve III

10. Su kirliliğinde kimyasal maddeler etkili olduğu gibi biyolojik faktörler de etkilidir.
Buna göre aşağıdakilerden hangisi su kirliliğine sebep olan biyolojik faktörlerdendir?
A) Topraktaki zararlı kimyasal maddelerin çözünerek içme sularına karışması
B) Havadaki toz, kül ve çinko oksit gibi taneciklerin artması
C) Endüstriyel atıklar sebebiyle suda zehirli kimyasalların artması
D) Ağır metallerin planktonlarda bulunma yüzdesinin artması
E) Çeşitli kaynaklardan suya karışan organik maddelerin artması

11. Çevre kirliliği ekosistemlerde olumsuz etkiler bırakır.
Bir kara ekosisteminde yaşayabilecek tüm canlılar göz önüne alındığında aşağıda verilen hangi kirlilik çeşidi bu canlılar üzerinde en az olumsuz etki bırakır?
A) Toprak kirliliği
B) Ses kirliliği
C) Su kirliliği
D) Radyasyon kirliliği
E) Hava kirliliği

12. Ekosistemdeki ayrıştırıcı organizmalar aşağıdaki özelliklerden hangisine sahip değildir?
A) Toprağın inorganik maddeler bakımından zenginleşmesinde etkilidir.
B) Doğadaki madde döngüsünde rol oynar.
C) Üretici ve tüketici organizmalarla etkileşim içerisindedir.
D) Ortamdaki organik maddeleri parçalayarak besin ihtiyacını karşılar.
E) Ekosistemin temel üretici grubunu oluşturur.

13. Yapımına 1960 yılında başlanıp 1970 yılında tamamlanan Nil Nehri üzerindeki Assuan Barajı; elek- trik üretimi, içme, sulama ve kullanma suyu ihtiyacını gidermek üzere planlanmıştır. Baraj faaliyete geçtikten sonra barajın delta kısmındaki topraklarda kuraklaşma ve iklimsel farklılıklar başlamıştır. Nehrin denize döküldüğü kısımlarda balık türlerinde azalma, bitki türlerinde çeşitlilik artmış ve sulama kanallarının açıldığı köylerde insanlarda çeşitli hastalıkların ortaya çıktığı görülmüştür.

Buna göre Assuan Barajı'nın ekolojik sonuçlarından hangisi en son gerçekleşir?
A) Nehir ekosisteminin değişmesi besin kaynaklarını tehdit etmiştir.
B) Baraj suyunun sulama amaçlı kullanımı insan sağlığını olumsuz etkilemiştir.
C) Nehrin denize dökülen kısımlarında kil, kum ve çakıl birikimi azalmıştır.
D) Baraj gölü çevresinde iklimsel değişiklikler görülmeye başlanmıştır.
E) Sulamalı tarıma geçilmesiyle farklı bitki türleri yetiştirilmiştir.

14. Tüm canlılarda organik molekülleri oluşturan atomlar; toprak, hava ve sudaki inorganik maddelerin birer parçasıdır. Ekosistemler, kimyasal elementlerin canlı ve cansızlar arasındaki sürekli dönüşümüne bağımlıdır. Ayrıştırıcı organizmalar bu dönüşümde kilit rolü oynamaktadır.
Ekosistemde bu işlevi gören ayrıştırıcı organizmalar, ekosistemlerden uzaklaştırılacak olursa bir süre sonra aşağıdakilerden hangisinin görülmesi beklenmez?

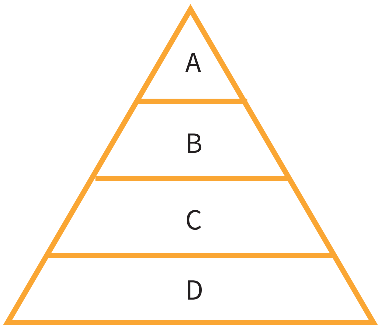
A) Üretici organizmaların sayıca artması
B) İkincil tüketici organizmalara aktarılan enerjinin azalması
C) Mineraller için rekabetin artması
D) Otçul canlıların sayıca azalması
E) Biriken organik madde miktarının artması

15. A, B, C ve D canlılarının besin piramidindeki trofik düzeyleri şekilde gösterilmiştir.
Buna göre

I. D canlısının doğadaki görevi
II. A, B, C ve D canlılarının toplam kütlelerinin (biyokütle) sıralanışı
III. C canlısının yaşama ortamı
IV. Canlı dokularında biriken zehirli maddelerin çoktan aza sıralanışı

bilgilerinden hangilerine ulaşılabilir?

A) I ve II
B) I ve III
C) I ve IV
D) I, II ve IV
E) II, III ve IV



16. Bir ekosistemde yer alan canlı türlerinin dokularında biriken artık madde miktarı tabloda gösterilmiştir.

Canlı Türü	Artık Madde Miktarı
A	0,005
B	0,045
C	0,125
D	0,012

Buna göre

I. A türü, üreticidir.
II. B türü, ikincil tüketicidir.
III. D türü, etçildir.
IV. B türü, etçil otçul bir canlıdır.

ifadelerinden hangileri doğruluğu kesindir?

A) Yalnız I　B) Yalnız II　C) I ve II　D) II ve IV　E) III ve IV

17. Bir ekosistemde etçil bir hayvan türünün nesli tükenirse bu ekosistemde

I. Otçul hayvanlar arasında rekabet artar.
II. Bitkilerde tür çeşitliliği azalır.
III. Üretilen organik madde miktarı artar.
IV. Etçil hayvanlar arasında rekabet artar.

olaylarından hangileri gerçekleşmez?

A) I ve II
B) I ve III
C) II ve III
D) II ve IV
E) III ve IV

18. Komünite, birden fazla popülasyondan oluşan ekolojik birimdir.
Buna göre ekosistemdeki komüniteler ile ilgili
I. Komünite içindeki canlı grupları birbirleriyle etkileşim hâlindedir.
II. Komüniteyi oluşturan canlılar aynı habitatı paylaşmak zorundadır.
III. Üretici, tüketici ve ayrıştırıcı canlı gruplarından oluşur.
ifadelerinden hangileri yanlıştır?

A) Yalnız I
B) Yalnız III
C) I ve II
D) I ve III
E) II ve III

B) Aşağıdaki açık uçlu soruların cevaplarını boş bırakılan alanlara yazınız.

19 ve 20. soruları verilen metne göre cevaplayınız.

Göldeki Azot Döngüsü

Alberta Üniversitesindeki araştırmacılar, Kanada'da iki küçük gölün pH'larını yaklaşık olarak 6,6'dan 5,2'ye düşürmek için yeterli miktarda H_2SO_4 vererek asit yağışlarının etkisini anlamaya çalışmışlar. Her iki gölde de azot tutucu bakterilerin yaşayamadığını ve bunun sonucunda, azot döngüsünün durduğunu gözlemlemişler. Araştırmacılar, göllerden birine asit vermeyi kesince pH bir yıl içerisinde normal değerlerine dönmüş ve azot döngüsü başlamıştır. Bu deney, göl ekosistemlerinin asitleşmeye karşı çok duyarlı olduğunu ancak hızla iyileşebildiğini göstermiştir. Göllerin asit değerinin kısa sürede normal değerlere dönmesi, suyun hızlı alınıp verilmesinin bir sonucudur. Buna rağmen bu tür ekosistemlerdeki büyük yapılı organizmalar, eski canlılıklarını daha yavaş kazanabilir. Wales'te (Vels) on dört nehirde asit yağmurunun azalmasının etkileri çeyrek asırlık bir süreçte araştırılmıştır. Araştırıcılar, 25 yıl sonra bile 29 türün geri gelmesinin beklendiği bölgeye sadece 4 böcek türünün (iki mayıs sineği ve iki Trichoptera türü) yeniden yerleştiğini görerek hayal kırıklığı yaşamışlardır.

Yaşam Biyoloji Bilimi
(Düzenlenmiştir.)

19. Araştırmaların sonucuna göre göllerdeki asit değerinin artışı, azot döngüsünü nasıl etkilemiştir?

20. Asit değerinin normal değerlere dönmesiyle beklenen sonuçlar elde edilebilmiş midir? Neden?

21 ve 22. soruları verilen metne göre cevaplayınız.

Güneş Enerjisi

Dünyada hızla yayılan kirlilik, ülkemizin ve insanlığın geleceğini tehdit etmektedir. Zamanla fosil kökenli enerjilerin giderek azalması ve yok olması söz konusudur. Türkiye'nin ve diğer dünya ülkelerinin güneş enerjisinin kullanımını yaygınlaştırmak için harekete geçmesi gerekmektedir. Bunun için bir merkez kurulması planlanmaktadır. Güneş enerjisi herhangi bir gaz salınımının olmadığı doğrudan güneş ışığından üretilen enerji kaynağıdır. Güneş enerjisinin temeli güneşten dünyaya gelen fotonların güneş paneli sayesinde toplanması ile fotonların taşıdığı enerjinin elektrik ve ısı enerjisine çevrilmesine dayanır. Bu merkezin amaçları arasında güneş enerjisi eğitimini desteklemek, güneş kültürünü geliştirmek ve yaygınlaştırmak bulunmaktadır.

21. Çevre kirliliğinin önlenmesinde güneş enerjisinden faydalanmanın katkıları neler olabilir?

22. İnsanlar, hayvanlar ve çeşitli tesislerin kalıcı olarak tüketemediği güneş enerjisi gibi kaynaklara ne ad verilir?

23. Biyolojik birikimin insanlarda oluşturduğu hastalıklar nelerdir?

24.

Biyolojik Çeşitlilik

Son on bin yıl içinde özellikle Orta ve Kuzey Avrupa'da buzul devirleri yaşanmıştır. Buzul devirlerinde canlıları göçe zorlayacak derecede elverişsiz yaşam koşulları meydana gelmiştir. Bu dönemde Anadolu'da canlıların yaşamı için elverişli ekolojik koşullar hüküm sürmüştür. Bu nedenle buzul devirlerinin göçe zorladığı hayvan ile bitki gelişimi için gerekli polen ve tohumlar Anadolu'ya sığınmıştır. Buldukları yaşam ortamında çeşitlenmişlerdir. O nedenle Anadolu kendi endemik türleri yanında kuzey bölgesi kökenli bitki ve hayvan türleriyle de zenginleşmiştir. Ayrıca Afrika ve Asya'dan gelen canlı türleri için de Anadolu bir sığınak ve barınak olmuştur.

Yukarıdaki metne göre Anadolu'nun zengin gen kaynaklarına sahip olmasının nedenleri nelerdir? Açıklayınız.

25. Ekologlar "Bütün, parçaların toplamından fazladır yani bir ormanda bulunan bütün türleri ve cansız çevreyi anlasak bile orman ekosistemini anlamış olamayız." derler. Orman ekosistemini bütün bu türler, cansız çevre, bu türlerin birbiriyle ve cansız çevreyle olan ilişkileri oluşturmaktadır. Ancak bu ilişkiler de işin içine katılırsa ormanı anlamak yolunda önemli bir adım atılmış olur.

Yukarıdaki metinde ekosistemin hangi özelliği vurgulanmaktadır?

26. Canlılarda beslenme şekilleri nelerdir? Açıklayınız.

Ketçap

Ekolojik ayak izi üzerine yapılan araştırmalara göre insanların doğadaki ihtiyaçları için yeryüzünde yaşayan her bireye ortalama 1,5 hektar alan düşmektedir. Dünya nüfusunun hızla arttığı göz önüne alındığında bu alanın önümüzdeki yıllarda azalması kaçınılmazdır. Örneğin bir kutu ketçap yapımında kullanılan domates ve diğer ham maddelerin üretimi, işlenmesi ve depolanması için üretim yapan şirkete bir alan gereklidir (Görsel 3.69). Ayrıca ketçapların satışının yapıldığı marketler ve bakkallar da bir yer işgal etmektedir. Ketçap üretimi ve dağıtımı sırasında açığa çıkan artık maddelerin ortadan kaldırılması için belirli bir alan gereklidir. Bahsi geçen tüm bu alanların toplamı, bir kutu ketçabın dünya üzerinde bıraktığı ekolojik ayak izidir.

Görsel 3.69: Ketçap

27. **Ekolojik ayak izini metindeki örneğe benzer bir örnek vererek açıklayınız.**

28. **Üretim faaliyetleri sonucu oluşan ekolojik ayak izini küçültmek amacıyla neler yapılabilir?**

29. **Nitrifikasyon reaksiyonlarının madde döngüsündeki önemini anlatınız.**

CEVAP ANAHTARI

1. Ünite Ölçme ve Değerlendirme

A.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
B	E	E	A	C	A	D	C	C	A	B	C

B.

13. Mitoz bölünmede ve mayoz bölünmede; hücre sayısı artar, kardeş kromatitler görülür. Çekirdek zarı parçalanır ve çekirdekçik kaybolur. Sonra tekrar oluşur ve iğ iplikleri görülür ve belli sıradaki evrelerden oluşur.

14. Hücre çekirdeğinde bulunan kalıtım maddesi DNA'dır. DNA molekülü hücre bölünme aşamasında değilken dağınık bir yapıya sahiptir. Bu yapıya kromatin iplik denir. Eşlenmeden sonra kromatin iplikler yoğunlaşarak, kısalıp kalınlaşır ve kromozoma dönüşür.

15. Çekirdek zarı olduğundan kromatin iplikler kromozom şeklinde görülmez. Çekirdek zarı parçalandıktan sonra kromatin iplikler kromozoma dönüşür.

16. Vejetatif üreme ile bitkiler kültüre alınarak daha hızlı ve daha çok üretim sağlanır. Nesli tükenen türlerin de korunup çoğaltılması sağlanır.

17. Eşeysiz üremede oluşan canlı, ana canlı ile aynı kalıtsal özelliğe sahip olduğundan istenilen niteliklerin değişmeden sonraki nesillere aktarılması sağlanır. Örneğin bahçecilik tarımında ve süs bitkilerinin yetiştirilmesinde eşeysiz üreme bu özelliği ile üstünlük sağlamış olur.

18. Bitki doku kültürü ile küçük bir alanda ve kısa zamanda çok sayıda bitki elde etmek mümkündür. Bu teknik; günümüzde bitkilerin vejetatif olarak çoğaltılması, bitki ıslahı, hastalıklardan arındırılmış bitkilerin elde edilmesi, bitkisel gen kaynaklarının korunması ve daha kaliteli bitkisel ürünlerin elde edilmesi için kullanılır.

19. Mayozda çeşitliliği sağlayan en temel olay metafaz 1 evresinde homolog kromozomların rastgele dağılım göstererek anafaz 1 evresinde ayrılmasıdır. Bu sebeple krossing over gerçekleşmediği durumlarda da mayozla oluşan hücrelerde çeşitlilik sağlanır.

20. Canlıların hepsinde rejenerasyon görülür. Canlılarda rejenerasyon kabiliyeti ile gelişmişlik arasında ters orantı vardır. Gelişmiş canlılarda doku ve organ düzeyinde rejenerasyon görülürken ilkel yapılı canlılarda eksilen kısım tamamlanarak yeni bir canlı oluşumu sağlanmaktadır.

21. Rejenerasyon ilk olarak onarımı, ikinci olarak yeni bir canlı oluşumunu sağlar.

22. Hücre bölünmesinin kontrol sisteminin bozulmasıyla kontrolsüz ve sürekli hücre bölünmesi sonucu tümörler oluşur. Tümör kötü huylu ise kontrolsüz ve sürekli çoğalarak vücudun diğer bölgelerine yayılarak kanseri oluşturur.

23. İnterfaz G_1, S ve G_2 olmak üzere üç aşamada gerçekleşir. G_1 evresinde metabolik olaylar yoğun şekilde sürer. Madde alışverişi, sentez ve yıkım reaksiyonları, organel yapımı (mitokondri, endoplazmik retikulum gibi), RNA sentezi devam eder. Hücreler bu evrede hızlı bir şekilde büyür. S evresinde DNA kendini eşler ve böylece her genin bir kopyası oluşur. DNA miktarı iki katına çıkar. G_2 evresinde enzim ve RNA sentezi devam eder. Organel sayısı artar.

CEVAP ANAHTARI

2. Ünite Ölçme ve Değerlendirme

A.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
C	B	E	E	B	B	D	D	E	E	D	D

B.

13. a) $BbKkLLmmNnX^RX^r$ genotipinde,
heterozigot karakter sayısı = 4 tür.
Gamet çeşidi = 2^n,
$2^4 = 16$ çeşit gamet oluşur.

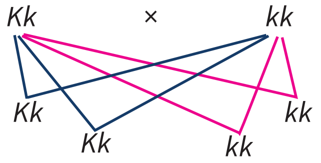
b)
$$\begin{array}{cccccccc} b & K & L & m & n & X^r & & \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & & \\ \frac{1}{2} \times & \frac{1}{2} \times & 1 \times & 1 \times & \frac{1}{2} \times & \frac{1}{2} & = & \frac{1}{16} \end{array}$$

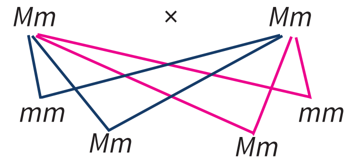
14. Canlıların sahip olduğu karakterlerin fenotipte kendini göstermesinde kalıtım ve çevresel faktörler etkilidir. Örneğin boy uzunluğu, zekâ gibi fenotipik özelliklerin ortaya çıkmasında kalıtsal özelliklerinin yanı sıra eğitim, beslenme, spor alışkanlıkları gibi çevresel faktörler de etkilidir.

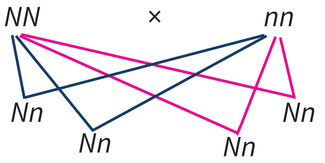
15. I.16, **II.** a) 16 b) 4

16. Akraba olan bireylerde ortak resesif genlerin bulunması ihtimali akraba olmayan bireylere oranla daha yüksektir. Birçok kalıtsal hastalık resesif olarak aktarılır. Bu resesif özellikler bireylerde birleştiğinde fenotipte kendini gösterir.

17. a) *KkMmNN* × kkMmnn genotipindeki iki birey çaprazlandığında







2/4 *Kk*
2/4 *kk*] oranında genotipli bireyler oluşur.

Genotip çeşidi :2
Fenotip çeşidi :2

1/4 *MM*
2/4 *Mm*
1/4 *mm*] oranında genotipli bireyler oluşur.

Genotip çeşidi :3
Fenotip çeşidi :2

4/4 *Nn*] oranında genotipli bireyler oluşur.

Genotip çeşidi :1
Fenotip çeşidi :1

$$\begin{array}{cccc} kk & mm & nn & \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \\ \frac{2}{4} \times & \frac{1}{2} \times & \frac{4}{4} & = \frac{8}{32} \end{array}$$
genotipine sahip bireylerin oluşma ihtimali

b)
$$\text{Genotip çeşidi} = \overset{K}{\overset{\downarrow}{2}} \times \overset{M}{\overset{\downarrow}{3}} \times \overset{N}{\overset{\downarrow}{1}} = 6$$
Fenotip çeşidi = 2 x 2 x 1 = 4

18. 1, 3, 4, 5 ve 6 bu özelliği kesinlikle genotipinde taşır. 2 ve 7'nin ise genotipi kesin belli değildir.

19. mtDNA maternaldir yani anneden çocuklara geçer. Bu sebeple erkek bireylerde görülen mtDNA hasarı çocuklarına aktarılamaz.

20. mtDNA mutasyona uğradığında hasarlı hâle gelen mitokondri genomu anneden çocuklara geçer ve tedavisi olmayan ölümcül hastalıklara yol açabilir. Kas zayıflığı, anemi ve hipertansiyon bunlardan bazılarıdır.

21. Canlının yaşadığı çevre normal şartlarda genetik kodu değiştirmez sadece ona yön verir. Örneğin aynı genetik koda sahip olan tek yumurta ikizlerinde olduğu gibi çevrenin etkisiyle bireylerde farklı fenotipik özellikler görülebilir.

22. Bir türün bireyleri arasında bazı farklı gen dizilimleri vardır. Bu durum tür içi genetik çeşitliliği sağlar. Örneğin asma türlerindeki bu tür içi çeşitlilik ile erken ve geç meyve veren ırkları sayesinde üreticiler daha geniş zaman diliminde meyve elde etme şansına sahip olurlar.

23. mtDNA sadece anneden aktarıldığı için tek bir ataya yani anneye bakılarak nesil takibi yapılır.

24. Mumyaların ait olduğu dönem ile ilgili toplumsal birçok özelliğin incelenmesini sağlar.

25. İnsanlarda hastalığa sebep olan faktörler üç grupta toplanır.
a) Havadan, sudan ve topraktan bulaşan mikroplar
b) Doku ve organların zamanla yıpranmasıyla oluşan hastalıklar
c) Kalıtsal hastalıklar

26. Kalıtsal hastalıkların çoğu ameliyatla, ilaçla ve çeşitli uygulamalarla kontrol altına alınarak bu hastalıkları taşıyan çocukların yaşamlarını normal olarak sürdürmeleri sağlanabilir.

27. Bebeğin bütün genleri normal olursa ve genlerin hepsi üstüne düşen görevi eksiksiz yerine getirirse bebek sağlıklı doğar. Aynı zamanda çevresel faktörler de bebeğin sağlıklı doğmasında etkilidir.

CEVAP ANAHTARI

3. Ünite Ölçme ve Değerlendirme

A.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
C	E	E	C	D	C	C	C	B	E	B	E
13	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**						
D	A	D	C	E	E						

B.

19. Araştırmalara göre ortamın pH değeri azalınca azot tutucu bakteriler yaşamamakta ve buna bağlı olarak azot döngüsü durmaktadır.

20. Araştırmacılar, pH’ın normal değerlere dönmesiyle kısa sürede azot döngüsünün tekrar başladığını ancak büyük yapılı canlıların tekrar bu ekosistemlere dönmesinin beklendiği kadar kısa sürede gerçekleşmediğini gözlemlemişlerdir.

21. Güneş enerjisinden faydalanırken atmosfere gaz salınımı olmadığı için sera etkisinin artışı önlenmiş olur.

22. Yenilenebilir enerji kaynakları denir.

23. Biyolojik birikim, kanser ve akciğer hastalıkları başta olmak üzere birçok hastalığa sebep olmaktadır.

24. Anodolu’nun ekolojik şartları elverişlidir. Göçe zorlanan canlılar, tohumlar ve polenler Anadolu’ya yerleşme imkânı bulmuştur.

25. Ekosistem, canlı ve cansız varlıklardan ve tüm bu varlıkların birbirleriyle etkileşimlerinden oluşan bir bütündür. Canlı ve cansız varlıklar arasındaki etkileşimler, ekosistemlerin anlaşılması için önemli bir unsurdur.

26. Canlılar beslenmelerine göre üçe ayrılır. Bunlar; üretici (ototrof), tüketici (heterotrof), ve hem üretici hem tüketici olmak üzere üç çeşittir. Heterotroflar holozoik beslenir. Holozoik beslenen canlılar, bütün hâlde aldıkları besin maddelerini sindirim sistemlerinde küçük parçalara ayırır. Beslenme durumlarına göre otçul, etçil ve hem etçil hem otçul olarak gruplandırılır.

27. Bir şişe suyun ham maddesinin elde edilmesi, işlenmesi, depolanması, paketlenmesi için üretim yapan fabrika gerekir. Ayrıca su satışlarının yapıldığı marketler ve bakkallar da bir yer işgal eder. Su üretimi ve dağıtımı sırasında açığa çıkan artık maddelerin ortadan kaldırılması için gerekli olan alandır.

28. Bireysel olarak gereksiz tüketimlerden uzaklaşmak, ihtiyaçları yakın çevrelerden karşılamayı tercih etmek, gereksiz seyahatler yapmamak, kısa mesafelerde araç kullanmamak gibi birçok önlem alınabilir. Bu önlemler günlük hayatta artabilir.

29. Nitrifikasyon, azot elementinin bitkilerin kullanılabileceği şekle dönüşmesini sağlayan reaksiyondur.

SÖZLÜK

Aa

abiyotik	Çevredeki su ve toprak gibi cansız maddeler.
Akdeniz anemisi	Kalıtsal olarak globin genlerindeki kusurlar nedeniyle, zincirin tümü veya belirli bir bölümünün üretilemediği, anormal hemoglobinlerin oluşturduğu ve hemolitik anemiye neden olan bir kan hastalığı.
alel	Aynı karaktere etki eden genlerden her biri.
alg	Genelde sularda yaşayan, klorofil içeren, bitkiye benzeyen fakat çok daha basit yapıda canlılar.
alkaloid	Bitkisel kaynaklı ve molekülünde tuz verebilecek en az bir azot atomu bulunan azotlu maddelere verilen ad.
alzheimer	Sağlıklı beyin dokusunda madde birikimine bağlı olarak meydana gelen bozulmalar ile gelişen hastalık.
amfizem	Dokularda patolojik olarak hava birikmesi veya kalması.
anatomi	Biyolojinin canlıların iç yapıları ile uğraşan dalı, yapı bilimi.
antijen	Bağışıklık cevabına sebep olan herhangi bir madde.
antikor	Vücuda giren herhangi bir yabancı maddeye karşı vücudun meydana getirdiği savunma maddeleri.
arı döl	Genotipi herhangi bir özellik bakımından homozigot durumda olan bireyler.
arke	Tek hücreli prokaryot yapılı organizmalar.
aşılama	İstenilen bitkiden alınan parçanın aynı türden veya yakın akraba türünden bir bitkinin üzerine eklenmesiyle sağlanan çoğaltma yöntemi.

Bb

bakteri	Prokaryot tek hücreli organizma.
başkalaşım	Özellikle böceklerde ve kurbağalarda bir hayvanın embriyo evresinden ergin olana kadar geçirdiği şekil ve yapı değişikliği.
besin zinciri	Güneş enerjisinin besin enerjisine dönüşerek üreticilerden tüketicilere doğru aktarılması.
biyoinformatik	Biyolojik bilgilerin üretilmesi ve saklanması için veri tabanlarının oluşturulması.
biyokütle	Belirli bir alan ve hacimde bulunan toplam canlı ağırlığı.
biyosfer	Yeryüzünde canlıların yaşayabildiği alanlar.
biyotik	Canlı organizmalara ait, yaşayan organizmalarla ilgili.
buharlaşma	Katı veya sıvı maddelerin yapısında bulunan su veya herhangi bir bileşenin ısı değişikliği nedeniyle gaz hâline geçmesi.

Çç

çocuk felci	Virüs kaynaklı merkezî sinir sistemi hastalığı.

Dd

denitrifikasyon	Toprak nitratın atmosferdeki serbest azota dönüşmesini sağlayan reaksiyonlar.
difteri	Çoğunlukla çocuklarda görülen, burun, boğaz, yutak çeperine yerleşen mikropların yol açtığı bulaşıcı hastalık, kuşpalazı.
dihibrit çaprazlama	İki özellik bakımından heterozigot olan canlıların çaprazlanması.
diploit hücre	Kromozomları homolog çiftler hâlinde bulunduran hücre.
dizanteri	Ağrılı ve kanlı ishalle beliren, bağırsakta yaralara yol açan bulaşıcı, salgın hastalık, kanlı ishal.
dominant	Baskın. Ana ya da babadan birisinin sahip olduğu bir karakterin diğerinin ana ya da babadan sahip olduğu karşıt ve çekinik karakterin ifadesini engelleyerek melezde gözükmesi.
döllenme	Dişi ve erkek eşey hücrelerinin dolayısıyla çekirdeklerinin birleşmesi olayı.

Ee

egzoz	İçten yanmalı motorlarda yanan akaryakıtın gazı.
ekoloji	Canlıların birbiriyle ve yaşadıkları ortamla olan ilişkilerini inceleyen bilim dalı.
ekosistem	Belirli bir alanda bulunan canlılar ile bunları saran çevrenin karşılıklı ilişkileri ile meydana gelen ve süreklilik gösteren ekolojik sistem.
eksik çiçek	Sadece tek çeşit üreme organı taşıyan çiçek.
eksplant	Dokuların asıl yerlerinden alınarak büyümesi için yapay ortama taşınan kısmı.

endemik canlı	Yeryüzünde sadece belli bir bölgede yaşayabilen canlı.
entomolog	Böcek bilimci.
enzim	Biyokimyasal tepkimeleri başlatan, hızlandıran ve tepkime sonunda başlangıç yapısını koruyarak tepkimeden ayrılan protein yapısındaki katalizör bileşikler.
eş baskınlık	Heterozigotların fenotipinde her iki alel çiftinin de etki göstermesi durumu.

Ff

felç	Vücudun bir bölümünde veya tamamında hareket ve hissetmenin kalkması, inme.
fenilketonüri	İnsanlarda fenilalanin hidroksilaz enziminin eksikliği nedeniyle vücut sıvılarında fenilalanin ve metabolitlerinin birikmesi, idrarla atılması, zekâ geriliği ve ölümle sonuçlanan kalıtsal hastalık.
fenotip	Genotipin fiziksel yansıması veya dışarıdan gözlenebilir özellikler.
fitoplânkton	Sularda pasif olarak yer değiştiren bitkisel organizmalar (Diatome, Dinoflagellata, Phytoflagellata, Xanthophyceae gibi).
fizyoloji	Organizmaların görev ve faaliyetlerini inceleyen bilim dalı.
fizyolojik	Organizmanın normal işlevlerine ait olan.
fotoototrof canlı	Besinlerini üretirken ışık enerjisini kullanan canlı.
fotoreseptör	Işığı algılayabilen duyu hücresi.

Gg

gamet	Dişi ve erkek üreme hücresi.
gen	Kromozom üzerinde belirli bir yer işgal eden kalıtımın temel birimi.
genetik	Kalıtsal karakterlerin nesilden nesile nasıl aktarıldığını araştıran bilim dalı.
genom	Bir hücrenin genetik bilgisini içeren DNA.
genotip	Homozigot veya heterozigot olarak ifade edilen alellerin tümü.
guatr	Tiroit bezinin tümör veya yangıya ilgili olmaksızın her türlü büyümesi ve bunun sonucu ortaya çıkan klinik hastalık tablosu, struma, tirosel.
günlük ritim	Canlılarda yaklaşık her 24 saatlik periyotlarda birbirini izleyen metabolik ve yapısal değişimler.

Hh

haploit hücre	Kromozomları homolog çiftler hâlinde bulundurmayan hücre.
hemofili	Pıhtılaşma özelliğinin bulunmaması nedeniyle küçük yaralanmalarda dahi kanın durmadan akmasıyla belirlenen eşeye bağlı çekinik bir gen tarafından kontrol edilen kalıtsal bir hastalık.
herbivor canlı	Sadece bitkisel kaynaklı beslenen canlı.
hermafrodit canlı	Dişi ve erkek üreme organlarını bir arada taşıyan canlı.
heterotrof canlı	Besinlerini ortamdan hazır olarak almak zorunda olan canlı.
heterozigot	Özelliği belirleyen alellerin ikisinin farklı olması durumu.
holozoik canlı	Besinlerini bir bütün veya küçük parçalar hâlinde alan canlı.
homozigot	Özelliği belirleyen alellerin ikisinin de aynı olması durumu.
hücre döngüsü	İki hücre bölünmesi arasındaki dönem.

Iı

ırk	Bir tür içinde belirgin bir farklılık gösteren birey grubu, alt tür.

İi

inorganik	Organik olmayan, yapısında karbon içermeyen, cansız, anorganik.
iklim	Belirli bir bölgede uzun zaman aralığında etkili olan atmosferik koşullar.

Kk

kalıtım	Bir canlının sahip olduğu özelliklerin nesilden nesile aktarılması.
kallus	Doku kültürü çalışmalarında oluşan farklılaşmamış hücre topluluğu.
karakter	Bireyler arasında çeşitlilik gösteren ve nesilden nesile aktarılabilen özellikler.
karnivor canlı	Sadece hayvansal kaynaklı beslenen canlı.
kas distrofisi	İnsanlarda genetik temele dayanan, beslenme bozukluğu sonucu biçimlenen kaslarda zayıflık, miyoglobinin kan dolaşımına karışması, ilerleyici kas dejenerasyonu.
katarakt	Göz merceğinin ışığın geçmesini önleyecek biçimde şeffaflığını kaybederek opaklaşması, göze perde inmesi, göz perdesi.

kemoototrof canlı	: Besinlerini üretirken inorganik maddelerdeki kimyasal bağ enerjisini kullanan canlı.
kinetokor	: Sentromerin üzerinde iğ ipliklerinin bağlandığı özelleşmiş proteinler.
kistik fibrozis	: Doğumdan itibaren pek çok organın salgı bezlerini etkileyerek fonksiyon bozukluklarına neden olan genetik bir hastalık.
kiyazma	: Mayozun I. profazında, iki kromatit arasında gözlenebilen bağlantı ya da krossing over yeri.
kolera	: Şiddetli ishal ve kusmalarla kendini gösteren, çok bulaşıcı, salgın ve öldürücü bir hastalık.
komünite	: Belli bir alanda yaşayan ve birçok türe ait bireylerin oluşturduğu topluluk.
kontrol çaprazlaması	: Baskın görünüşlü bireylerin homozigot ya da heterozigot olduklarını belirlemek üzere çekinik görünüşlü bireyle çiftleştirilmesi.
kromatin ağı	: Hücre bölünme aşamasında değilken dağınık, ipliksi ve yumak şeklindeki DNA.
kromozom	: Prokaryot hücrelerin sitoplazmasında ve ökaryot hücrelerin çekirdeğinde bulunan sayısı ve şekli her canlı türü için sabit ve belli olan, hücre bölünmesi sırasında iplikler hâlinde ortaya çıkarak koyu renkli boyanan yapılar.
krossing over	: Homolog kromozomların kardeş olmayan kromatitleri arasındaki gen alışverişi.

Ll

lagün	: Deniz kulağı. Denizle irtibatlı ve denizin etkisi altında bulunan göller.
lokus	: Belli bir gen ya da bu genin alellerinden birinin kromozom üzerinde bulunduğu yer.
longoz	: Deniz veya ırmaklarda birden bire derinleşen yer.

Mm

madde döngüsü	: Ekolojik döngü. Canlıların yaşamı için gerekli olan maddelerin canlı ve cansız çevre arasındaki çevrimi.
manyetik	: Mıknatısla ilgili, kendinde mıknatıs özellikleri bulunan.
manyetit	: Mıknatıs özelliği olan doğal demir oksidi (Fe_2O_4).
mayoz	: Eşey organlarında eşey hücrelerinin oluşması sırasında diploit kromozom sayısının yarıya indiği ve dört haploit hücrenin oluştuğu hücre bölünmesi tipi.
mercan resifi	: Tropikal denizlerin kıyılarında koloni yapan mercanlar, kavkılı hayvanlar ve kireç salıcı denizel bitkilerin, döküntü tortullarıyla birlikte oluşturdukları sağlam, dalgaya dayanan yapılar.
metastaz	: Kanser hücrelerinin kan ve lenf yoluyla diğer doku ve organlara taşınması.
mikrotübül	: Ökaryot hücrelerde, hücre iskeletinin yapısına katılan, kamçılı ve sillilerde ise sillilerin yapısına katılan içi boş protein yapılı tüpçükler.
mitokondri	: Hücrede enerji üretiminden sorumlu olan ve oksijenli solunumu gerçekleştiren organel.
mitoz	: Bir hücreden genetik olarak birbirleri ve ata hücre ile tamamen aynı olan iki hücrenin oluşması.
monohibrit	: Bir karakter bakımından farklı olan ana babanın melez dölü, bir alel çifti bakımından heterozigot birey.
monohibrit çaprazlama	: Bir özellik yönüyle heterozigot olan bireylerin çaprazlanması.
mukus	: Mukus hücreleri tarafından salgılanan musin salgısının suyla teması sonucu biçimlenen bir glikoprotein olan ve kayganlığı oluşturan salgı maddesi.
mutasyon	: Genomik DNA dizilerinde kendiliğinden ya da ışın, kimyasal maddeler gibi etkenler sebebiyle meydana gelen herhangi bir değişiklik.

Nn

nanometre	: Mikroskopla ölçülen yapılar ve elektromanyetik dalga boyları için kullanılan bir ölçü birimi. Milimetrenin milyonda biri.
nitrifikasyon	: Amonyağın nitrata dönüşmesini sağlayan reaksiyonlar.
nükleotit	: DNA ya da RNA’nın tekrarlanan birimleri, riboz ya da deoksiriboz şekerine bağlı bir pürin ya da pirimidin bazından (adenin, guanin, sitozin, timin ya da urasil) oluşan nükleozitin fosfat esteri.

Oo

oftalmoloji	: Göz ve göz hastalıklarıyla uğraşan bilim dalı.
oksidasyon	: Bir kimyasal maddenin oksijen ile birleşmesi ya da oksijen etkisi altında parçalanması olayı; yanma.

omnivor canlı	: Hem bitkisel hem de hayvansal kaynaklı beslenen canlı.
onkoloji	: Kanser bilimi.
orak hücreli anemi	: Alyuvarda, beta zincirlerinde glutamik asit yerine valin amino asit bulunduran anormal hemoglobin tipi olan Hemoglobin S bulunmasından kaynaklanan, düşük oksijen basınçlarında orak biçimini alan alyuvarın dolaşımda hemolize uğraması sonucu oluşan bir hemolitik anemi tipi.
organik	: Canlılarla veya canlıların ürettiği maddelerle ilgili olan.
orta lamel	: Bitki hücresinin bölünmesi sırasında hücre plâğını oluşturan, yan yana iki bitki hücresi duvarı arasındaki çoğunluk pektinden yapılmış olan tabaka.
ototrof canlı	: İnorganik maddelerden organik maddeler sentezleyebilen canlı.
ökaryot hücre	: Zarla çevrili çekirdeği ve organelleri olan gelişmiş hücre.

Pp

parkinson	: Titreme, kaslarda katılık, istemli hareketlerde azalma gibi belirtilerle kendini gösteren bir hastalık.
partikül	: Bulunduğu yüzeyle kimyasal etkileşime girmeyen küçük parçacık.
pestisit	: Tarımsal zararlılarla mücadele etmek amacıyla kullanılan kimyasal maddeler.
pH	: Bir litre sıvıdaki hidrojen iyonu konsantrasyonunun negatif logaritması. pH 7’ den düşük çözeltiler asidik, pH 7 olanlar nötr, pH 14’e kadar olanlar ise bazik çözeltiler olarak adlandırılması.
pigment	: Bitki ve hayvanlarda renk maddesi.
plânkton	: Denizlerde ve tatlı sularda, suyun hareketi ile pasif olarak sürüklenen küçük organizmalar.
pleiotropi	: Tek bir genin birden fazla karakterden sorumlu olması.
popülasyon	: Belli bir alanda yaşayan ve aynı türe ait bireylerin oluşturduğu topluluk.
prokaryot hücre	: Küçük ve basit yapılı hücreler olup DNA ve RNA materyali bir zarla çevrili çekirdeği ve zarlı organelleri olmayan hücre.

Rr

raşitizm	: Gelişim çağındaki hayvanlarda, kemiklerin hatalı ve eksik kireçlenmesiyle ve bu eksikliğin, aşırı derecede üreyen bir kemiğimsi dokuyla doldurulmasıyla belirgin, D vitamini, kalsiyum ve fosfor yetersizliği sonucu kazanılmış veya kalıtsal, metabolik ve hormonal nedenlerle oluşan hastalık.
reaktif	: Kimyasal bir tepkimede, tepkimeye giren moleküllere verilen genel ad.
rekombinasyon	: Homolog kromozomlardaki genlerin krossing overde yer değiştirmesi sonucu meydana gelen yeni düzenleme.
rejenerasyon	: Organizmada yıkımlanmış doku ve hücrelerin yerine aynı morfolojik yapıda ve aynı işlevi gören yeni bir dokunun meydana gelmesi.
resesif	: Baskın (dominant) alelin varlığında etkisini göstermeyen alel.
retina	: Ağ tabaka.
rizom	: Genellikle toprak altında bulunan ve yukarı doğru filizler, aşağı doğru kökler veren kalın yatay gövde.

Ss

sağırlık	: Duyma duyusunun önemli derecede yetersizliği veya yokluğu, duyma kaybı.
sentromer	: İki kromozom kolunun birbirine bağlanmasını sağlayan bölge.
sentrozom	: Hücre bölünmesinde görülebilen ve esas yapısından sentroplazmanın biçimlendiği ipliksel organel.
sıtma	: Alyuvarların sıtma asalaklarıyla bulaşmasından ileri gelen ateş, titreme, üşüme nöbetleri ve sarılık gibi belirtilerle tanınan hastalık; bataklık, malarya.
sinapsis	: Çiftler hâlinde dizilmiş homolog kromozomların fiziksel olarak birbirine bağlanması.
sitokinez	: Hücre bölünmesi sırasında kromozomların bölünmesinden sonra sitoplâzmanın ikiye ayrılması.
siyanobakteri	: Yapısında klorofil içeren, fotosentez yapan bakteri.
soğurma	: Absorbe etme, emme.

spor	: Bitkilerin ya da bir hücreli canlıların çok özelleşmiş olan ve hayatın devamını sağlayan üreme yeteneğindeki hücreleri.
steril	: 1. Her çeşit mikroorganizmadan arınmış, aseptik. 2. Verimsiz, kısır.

Şş

şizofreni	: Gerçeklerle olan ilişkilerin büyük ölçüde azalması, düşünce, duygu ve davranış alanlarında önemli bozulmaların ortaya çıkması vb. belirtiler gösteren bir ruh hastalığı.

Tt

tam çiçek	: Erkek ve dişi organı birlikte taşıyan çiçek.
telomer	: Lineer ökaryotik kromozomların uçlarında bulunan özelleşmiş nükleik asit yapısı (insanda TTTAGG altılı nükleotit tekrarları).
tetrat	: İki homolog kromozom veya dört kromatitten oluşan yapı.
tifo	: Kirli sularda, bu sularla sulanmış sebzelerde bulunan, mikroplarla oluşan, ortalama üç hafta süren, ateşli ve tehlikeli bir bağırsak hastalığı, karahumma.
tolerans	: Canlının ortama uyum kapasitesi.
tomurcuklanma	: Ana gövdeden ayrılan bir parçanın yeniden gelişerek tek başına yaşaması ya da bir koloninin üyesi hâline gelmesi şeklindeki eşeysiz üreme.
trofik düzey	: Besin piramidinde canlıların oluşturduğu beslenme basamakları.
tüberküloz	: Mycobacterium tuberculosis ve Mycobacterium bovis cinsine dâhil bakteriler tarafından oluşturulan, sıklıkla akciğeri etkileyen, kronik bulaşıcı hastalık, verem, ince hastalık.
tümör	: Kanser hücrelerinin oluşturduğu hücre kitlesi.

Üü

ülser	: Deri veya mukoza üzerinde gelişerek altındaki dokuları da etkileyen açık yara, ulkus.

Vv

varyasyon	: Esas tür tipine göre belirli karakterlerde görülen ayrılıklar.
vejetatif üreme	: Basit hücre bölünmeleri veya ana bitkiden ayrılan vejatatif kısımların bağımsız fertler hâlinde gelişmesi.
verem	: Herhangi bir organa ve en çok akciğerlere yerleşen Koh basilinin yol açtığı ateşli ve bulaşıcı bir hastalık, tüberküloz.

Yy

yoğuşma	: Gaz hâlindeki bir maddenin ısı kaybederek sıvı hâle gelmesi.

Zz

zigot	: Haploit olan dişi ve erkek gametlerin çekirdeklerinin kaynaşması ile oluşan diploit yapı.

DİZİN

1. Dizin

A

abiyotik faktörler 98
alel 53, 56, 61, 62, 65, 66, 67, 68, 69, 149, 150, 151, 152
anafaz 19, 36, 39, 45, 81
arı döl 59, 83, 149
aşılama 31, 33, 149
ayrıştırıcı 95, 103, 107, 110, 113, 114, 140, 141, 142

B

besin ağı 95, 109, 111, 136
besin piramidi 95, 136, 139
besin zinciri 95, 108, 109, 111, 112, 118, 119, 135, 136, 139, 149
besi yeri 24, 34
bisturi 26, 34, 35
biyokaçakçılık 95, 134
biyolojik birikim 111, 112
biyolojik çeşitlilik 53, 80, 95, 126, 130, 134, 135, 137, 139
biyosfer 104, 149
biyotik faktörler 98
boğumlanma 21, 37
büyüme 16, 17, 23, 25, 31, 32, 35, 45, 46, 81, 99
büyüme hormonu 17

Ç

çekirdek 16, 17, 19, 20, 21, 22, 27, 36, 37, 45, 48, 78, 82, 90, 92
çekirdek bölünmesi 19, 20, 45
çekirdekçik 37, 48, 146
çevre sorunu 95, 116

D

daldırma 31
dihibrit 53, 62, 63, 83, 149
diploit 15, 18, 25, 36, 38, 41, 149, 151, 153
doğal kaynak 95, 126
doku kültürü 31, 34, 45, 46, 47, 146
dominant 53, 56, 57, 65, 67, 75, 83, 149, 152
döllenme 15, 27, 36, 40, 41, 42, 44, 46, 78, 127, 149

E

ekoloji 96, 149
ekolojik ayak izi 95, 121, 122, 125
ekosistem 94, 95, 96, 97, 98, 104, 105, 106, 111, 116, 130, 131, 135, 136, 149
ekoton 106
endemik tür 95, 130, 134
enerji akışı 95, 96, 108, 112
enerji piramidi 95
enzim 19, 20, 146
erozyon 116, 127
eş baskınlık 53, 65, 83, 150
eşeye bağlı kalıtım 53
eşeyli üreme 15, 36, 42, 43, 45
eşeysiz üreme 15, 27, 28, 29, 31, 33, 146

F

fenotip 53, 62, 63, 65, 66, 67, 81, 83, 86, 89, 150

G

gal 21
gamet 36, 40, 41, 60, 61, 62, 63, 64, 67, 83, 87, 88, 147, 150
gelişme 16, 30, 35, 45, 46
gen 17, 25, 34, 36, 41, 44, 45, 47, 53, 56, 60, 64, 66, 69, 70, 72, 80, 81, 86, 87, 91, 93, 95, 121, 126, 131, 134, 135, 144, 146, 150, 151, 160
gen bankası 95
gen kombinasyonları 44, 45, 81
genom 17, 92, 150
genotip 53, 62, 63, 65, 67, 69, 73, 80, 81, 83, 86, 89, 150
gonozom 53, 71

H

haploit 15, 18, 30, 36, 37, 38, 40, 41, 45, 150, 151
hemofili 53, 72, 75, 81, 83, 84, 87, 150
heterotrof 95, 102, 107, 135, 148, 150
heterozigot 53, 56, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 68, 69, 76, 83, 86, 149, 150, 151
holozoik 95, 107, 148, 150
homolog kromozom 36, 81, 153
homozigot 53, 56, 58, 59, 61, 62, 64, 65, 67, 69, 72, 76, 83, 86, 147, 149, 150, 151
hücre bölünmesi 15, 16, 17, 19, 21, 23, 30, 43, 45, 47, 146, 150, 151
hücre döngüsü 19, 23, 150

I

ışık 34, 73, 98, 99, 107, 135, 150

İ

iğ iplikleri 17, 20, 36, 37, 146
İğ iplikleri 20
iklim 34, 98, 100, 116, 120, 129, 135, 138, 139, 150
interfaz 15, 19, 45

K

kallus 34, 150
kan pulcukları 16
kanser 15, 23, 24, 45, 51, 90, 118, 148
karbon ayak izi 95, 122, 123, 125, 135, 136
karyokinez 19, 20, 45

kemoototrof 151
komünite 103, 104, 135, 136, 151
kromatin ağı 17, 151
kromozom 18, 20, 22, 23, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 44, 45, 48, 49, 56, 60, 64, 71, 81, 83, 146, 151, 152, 153
krossing over 15, 36, 37, 39, 44, 45, 48, 50, 64, 81, 83, 84, 151
küresel ısınma 120

M

madde döngüsü 95, 108, 151
mayoz 15, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 45, 46, 48, 49, 60, 64, 81, 146, 151
metafaz 19, 20, 36, 39, 45
mitoz 15, 16, 22, 24, 26, 27, 28, 30, 39, 40, 41, 42, 45, 47, 48, 151
monohibrit 53, 61, 151
mutasyon 53, 78, 81, 84, 151

O

onkoloji 152
organik madde 101, 103, 112, 141
organizma 97, 107
orta lamel 21, 25, 37, 152
ototrof 95, 102, 107, 115, 135, 148, 152
otozom 53, 71

Ö

özelleşmiş gövde 31

P

partenogenez 30, 45, 46
pH 9, 98, 101, 135, 142, 148, 152
popülasyon 102, 103, 104, 112, 152
profaz 19, 36, 37, 45, 48, 81
protein 17, 19, 30, 45, 67, 117
Punnett karesi 53, 61, 63, 83

R

rejenerasyon 21, 28, 29, 30, 46, 49, 51, 146, 152
rekombinasyon 53, 81, 152
renk körlüğü 53, 72, 73, 74, 75, 80, 81, 83, 84
resesif 53, 56, 57, 65, 67, 69, 72, 75, 80, 81, 83, 147, 152
rizom 31, 152
RNA 19, 146, 151, 152

S

sel 3, 105, 120, 121, 127
sera etkisi 120, 138
ses kirliliği 116
sıcaklık 27, 34, 97, 98, 99, 135
sinapsis 15, 36, 45, 152
sitokinez 19, 21, 37, 38, 45, 152
soyağacı 53, 75, 76
sperm 16, 30, 36, 40, 41, 44, 71, 78
su ayak izi 95, 121, 122, 123, 125, 135, 136
sürdürülebilirlik 95, 115, 125, 126, 140
sürünücü gövde 31

T

telofaz 19, 36, 45
tetrat 15, 36, 40, 45, 48, 49, 153
tomurcuklanma 28, 46, 153
tsunami 105
tümör 21, 23, 24, 45, 150

U

ultraviyole 23, 98

V

varyasyon 53, 70, 81, 153
vejetatif üreme 31, 35, 45, 46, 153

Y

yumru 31
yumurta 16, 30, 36, 40, 70, 75, 78, 90, 91, 112

Z

zigot 30, 41, 48, 153

KAYNAKÇA*

Akçal, A., Dardeniz, A. ve Sarıyer, T. (2013). Fidanlık Parsellerindeki Aşı Noktası Dikim Yüksekliğinin Açık Köklü Fidan Randıman ve Gelişimi Üzerine Etkileri. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi* (1), 9-13.

Çelik Sezer, İ. (2016, Ekim). Beyinde Hava Kirliliği Kaynaklı Manyetik Parçacıklar. *Bilim ve Teknik* (587), 4-5.

Çelik Sezer, İ. (2017, Haziran). Açlık Hormonu Beyin Hücrelerinin Yenilenmesini Tetikliyor. *Bilim ve Teknik* (595), 7-8.

Çepel, N. (2003). *Ekolojik Sorunlar ve Çözümleri.* Ankara: TÜBİTAK Yayınları.

Demircan, K. (2012, Mayıs). Titanik'in Meçhul Bebeği. *Bilim ve Teknik* (534), 42-47.

Göksu, Ç. (2008). *Küresel Isınma ve Türkiyenin Güneş Projeleri.* İstanbul: Güncel Yayıncılık.

Hıllıs, S. ve Berenbaum, H. (2014). *Yaşam Biyoloji Bilimi.* (P. E. Gündüz ve P. İ. Türkan, Çev.) Ankara: Palme Yayıncılık.

Kılıç Ekici, Ö. (2015, Temmuz). Asırlık Hayatlar. *Bilim ve Teknik* (572), 33-34.

Kılıç Ekici, Ö. (2015, Ocak). Genetiği İyileştirilmiş Nesiller. *Bilim ve Teknik* (566), 58-63.

MEB (2018). *Ortaöğretim Fen Lisesi 10. Sınıf Biyoloji Dersi Öğretim Programı.* Ankara.

ODUM, E. P. ve BARRETT, G. W. (2008). *Ekolojinin Temel İlkeleri.* Ankara: Palme Yayıncılık.

Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V. ve Jackson, R. B. (2013). *Campbell Biyoloji.* (E. Gündüz ve İ. Türkan, Çev.) Ankara: Palme Yayıncılık.

Sarıgül, Tuba. (2016, Ağustos). Kısmi Renk Körlüğünün Sebepleri. *Bilim ve Teknik* (585), 43.

Simon, E. J. (2015). *Biyoloji: Öz.* (F. Eyidoğan, Çev.) Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

TDK Yazım Kılavuzu. (2012). Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.

***** APA 6 formatında düzenlenmiştir.

GENEL AĞ KAYNAKÇASI

http://bektastepe.net/course-slides/1-genetige-giris.pdf,
Erişim Tarihi: 11.07.2017
http://dergipark.gov.tr/download/article-file/197939,
Erişim Tarihi: 26.12.2017
http://dergipark.gov.tr/download/article-file/377985,
Erişim Tarihi: 25.12.2017
http://www.ktu.edu.tr/dosyalar/silvikultur_01622.pdf,
Erişim Tarihi: 11.09.2017
http://www.nuhungemisi.gov.tr/DosyaRaporSunum/Belgeler/7fe5e668-b232-4685-acd4-ca0afbde47ca.pdf,
Erişim Tarihi: 12.12.2017
http://www.milliparklar.gov.tr/AnaSayfa.aspx?sflang=tr,
Erişim Tarihi: 01.12.2018
http://www.milliparklar.gov.tr/AnaSayfa/yabanHayatiDairesi.aspx?sflang=tr,
Erişim Tarihi: 02.12.2018
http://www.solar-academy.com/menuis/ekolojik-ayak-izi.000136.pdf,
Erişim Tarihi: 22.12.2017
https://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/vizyon2023/csk/EK-14.pdf,
Erişim Tarihi: 10.01.2018
http://www.yesilaski.com/ekolojik-ayak-izi.html,
Erişim Tarihi: 14.09.2017
regbio.yeditepe.edu.tr/uploads/6/5/1/4/6514592/rejbioacikbilim.pdf,
Erişim Tarihi: 11.08.2017

KİTAP VE ÜNİTE KAREKODLARININ ADRES UZANTILARI

s 14 http://kitap.eba.gov.tr/panel/json/karekodBilgisi.php?KOD=1385
s 24 http://www.eba.gov.tr/video/izle/63677d55226bcce2c4daa9c00e08ef002b62681ed6007
s 24 http://ogmmateryal.eba.gov.tr/panel/SoruTest.aspx?Id=3472&p=10&t=css
s 26 http://www.eba.gov.tr/video/izle/7192b7f950293777448688eeb7aab615704ee58c24007
s 30 http://www.eba.gov.tr/video/izle/53097c8120b8d96fa4761b271c6c21f3eeef881ed6002
s 35 http://www.eba.gov.tr/video/izle/74097d55226bcce2c4daa9c00e08ef002b62681ed6009
s 35 http://ogmmateryal.eba.gov.tr/panel/SoruTest.aspx?Id=3473&p=0&t=css
s 35 http://www.eba.gov.tr/gorsel?icerik-id=88012a85081a48a364f8b854fb3f899b1ce5943a2e001
s 40 http://www.eba.gov.tr/video/izle/72627461b7fcba9a942f4bdba1df40724bc0b81ed6001
s 40 http://ogmmateryal.eba.gov.tr/panel/SoruTest.aspx?Id=3473,3474&p=0&t=css
s 42 http://www.eba.gov.tr/video/izle/77145cd128053d04b414392ee5cbce71be1cd2d09c001
s 44 http://kitap.eba.gov.tr/panel/json/karekodBilgisi.php?KOD=7589
s 52 http://kitap.eba.gov.tr/panel/json/karekodBilgisi.php?KOD=1386
s 69 http://www.eba.gov.tr/video/izle/4200b27b9b8ab806ecd94f0b779bf211d2f2f6f738004
s 78 http://ogmmateryal.eba.gov.tr/panel/SoruTestSec.aspx?Id=3473,3474,3475,3476,
s 81 http://ogmmateryal.eba.gov.tr/panel/SoruTestSec.aspx?Id=3477
s 94 http://kitap.eba.gov.tr/panel/json/karekodBilgisi.php?KOD=1387
s 104 http://ogmmateryal.eba.gov.tr/panel/SoruTest.aspx?Id=3478&p=0&t=css
s 107 http://ogmmateryal.eba.gov.tr/panel/SoruTestSec.aspx?Id=3479
s 112 http://ogmmateryal.eba.gov.tr/panel/SoruTestSec.aspx?Id=3480
s 115 http://www.eba.gov.tr/video/izle/53077d55226bcce2c4daa9c00e08ef002b62681ed6014
s 115 http://ogmmateryal.eba.gov.tr/panel/SoruTestSec.aspx?Id=3481
s 121 http://ogmmateryal.eba.gov.tr/panel/SoruTestSec.aspx?Id=3482
s 125 http://ogmmateryal.eba.gov.tr/panel/SoruTestSec.aspx?Id=3483
s 126 http://ogmmateryal.eba.gov.tr/panel/SoruTestSec.aspx?Id=3484
s 129 http://www.ormansu.gov.tr/docs/default-source/default-document-library/tıklayınıze19292deda-89642aade2ff000015211d.pdf?sfvrsn=0,
s 129 http://ogmmateryal.eba.gov.tr/panel/SoruTestSec.aspx?Id=3485
s 131 http://ogmmateryal.eba.gov.tr/panel/SoruTest.aspx?Id=3485,3486&p=0&t=css
s 134 http://ogmmateryal.eba.gov.tr/panel/SoruTestSec.aspx?Id=3487

GÖRSEL KAYNAKÇA

http://www.dreamstime.com/ adresinden alınan görseller.

1. ÜNİTE

Görsel 1.1 : 40091267
Görsel 1.2 : 90623545
Görsel 1.3 : 72269964
Görsel 1.4 : 32830078, 41908083
Görsel 1.5 : 16310316, 28929338, 53581709, 13500197, 40725721, 35538387, 33265350, 4981119, 32576472
Görsel 1.17 : 25707834
Görsel 1.18 : 56403952
Görsel 1.21 : 40210252
Görsel 1.24 : 46412825, 21843178
Görsel 1.25 : 5949777
Görsel 1.26 : 61577592
Görsel 1.28 : 31070392
Görsel 1.29 : 37459931
Görsel 1.30 : 25984097
Görsel 1.32 : 10795327
Görsel 1.33 : 225404434
Görsel 1.34 : 12238478
Görsel 1.35 : 3586800
Görsel 1.36 : 73660867
Görsel 1.37 : 85178526
Görsel 1.38 : 7957460
Görsel 1.41 : 23081272
Görsel 1.42 : 636501902, 380109481
Görsel 1.44 : 82906592
Görsel 1.45 : 48031474
Görsel 1.47 : 9492966
Görsel 1.48 : 14670327
Görsel 1.49 : 87909232
Görsel 1.61 : 53839558
Görsel 1.62 : 62410000, 92984858, 44900883
Görsel 1.64 : 14218048
Görsel 1.65 : 359695781
Görsel 1.66 : 698509882
Görsel 1.67 : 35434492
Görsel 1.68 : 696793927
Görsel 1.69 : 370059095
Görsel 1.70 : 662051860
Görsel 1.71 : 93577800, 100320294, 612779
Görsel 1.72 : 46128616
Görsel 1.73 : 43059490
Görsel 1.74 : 32745489
Görsel 1.76 : 47855933

2. ÜNİTE

Görsel 2.3 : 72358693
Görsel 2.5 : 13336375, 95924595, 19230493, 94636548, 158078, 74660488, 75334996
Görsel 2.6 : 20765993, 17151998, 40697556, 30088661
Görsel 2.7 : 20765993
Görsel 2.11 : 49863208, 63068074, 35852945
Görsel 2.12 : 7194230, 7194230, 73480369
Görsel 2.13 : 21152527
Görsel 2.14 : 21304178, 5055234
Görsel 2.16 : 66805893, 38412240
Görsel 2.17 : 38281686

http://www.123rf.com/ adresinden alınan görseller.

3. ÜNİTE

Görsel 3.35 : 40689133_l , 24726644_l, 19364439_l 83601895_l, 63658927_l 51632914_l 96106820_l 44883754_l 89113639_l 80205229_l
Görsel 3.36 : 32348488_l , 55411288_l, 91552676_l 71541813_l, 69136447_l 14749374_l 71541813_l

http://www.shutterstock.com/ adresinden alınan görseller.

1. ÜNİTE

Görsel 1.24 : 475924600
Görsel 1.39 : 93169267
Görsel 1.40 : 350343119
Görsel 1.63 : 437962819

2. ÜNİTE

Görsel 2.1 : 507535360
Görsel 2.2 : 340757033
Görsel 2.5 : 699022693, 680691040, 101326711, 285115613, 101326711, 668778211
Görsel 2.20 : 737322067
Görsel 2.21 : 624397802
Görsel 2.23 : 83722717

3. ÜNİTE

Görsel 3.1 : 594319406
Görsel 3.2 : 630481640
Görsel 3.3 : 586380695
Görsel 3.4 : 490963558
Görsel 3.5 : 749782243
Görsel 3.6 : 467787236
Görsel 3.7 : 469352255
Görsel 3.8 : 707745763, 229895983, 159845561
Görsel 3.9 : 441294223, 736902910
Görsel 3.10 : 580372357
Görsel 3.11 : 547168336
Görsel 3.12 : 735240664
Görsel 3.13 : 718556059
Görsel 3.14 : 124736419
Görsel 3.15 : 671876266
Görsel 3.16 : 547176661
Görsel 3.17 : 403341514

Görsel 3.18 : 472363696
Görsel 3.19 : 518367169
Görsel 3.20 : 527445298
Görsel 3.21 : 458461180
Görsel 3.22 : 244376539
Görsel 3.23 : 757041874
Görsel 3.24 : 560320063
Görsel 3.25 : 560320063, 166917947, 726012931, 440968993
Görsel 3.26 : 359528399, 575866234 662786836
Görsel 3.27 : 126853934
Görsel 3.28 : 226087666
Görsel 3.29 : 41261868
Görsel 3.30 : 646886254
Görsel 3.31 : 96050093, 276681890, 338526551
Görsel 3.32 : 166005350
Görsel 3.33 : 166005350
Görsel 3.34 : 170827193
Görsel 3.35 : 153853877
Görsel 3.36 : 1107879236 148608224, 618915713, 474144430, 693244978, 1089269015 165448187
Görsel 3.37 : 480362164, 559926142, 691471909 , 445971037
Görsel 3.38 : 141187705, 629628434, 649539760, 443829871
Görsel 3.39 : 400643743
Görsel 3.40 : 658398019
Görsel 3.41 : 673240969

Görsel 3.42 : 626925779
Görsel 3.43 : 523937440
Görsel 3.44 : 78371653, 741953872
Görsel 3.45 : 522204679
Görsel 3.46 : 281807579
Görsel 3.47 : 260188838
Görsel 3.48 : 11174353
Görsel 3.49 : 752410726
Görsel 3.50 : 51845941, 573478540
Görsel 3.51 : 264698432
Görsel 3.52 : 100211840
Görsel 3.53 : 37139764
Görsel 3.54 : 569379994
Görsel 3.56 : 258482696
Görsel 3.57 : 767203963, 731847637
Görsel 3.58 : 770476150
Görsel 3.59 : 174221483
Görsel 3.60 : 600755237
Görsel 3.61 : 90523096, 649995781
Görsel 3.62 : 209882356
Görsel 3.63 : 67266463
Görsel 3.64 : 141446917
Görsel 3.65 : 497866627, 256913494, 152142266, 690442684, 298401752, 523716649
Görsel 3.66 : 574919125, 365822666, 337841213, 754247677, 197837144 , 689950132
Görsel 3.67 : 445898146
Görsel 3.68 : 773656249
Görsel 3.69 : 207791503

Bu kitap için tasarımcılar tarafından çizilen görseller:

1. ÜNİTE

Görsel 1.6 : sayfa 19
Görsel 1.7 : sayfa 20
Görsel 1.8 : sayfa 20
Görsel 1.9 : sayfa 20
Görsel 1.10 : sayfa 20
Görsel 1.11 : sayfa 20
Görsel 1.12 : sayfa 20
Görsel 1.13 : sayfa 20
Görsel 1.14 : sayfa 20
Görsel 1.15 : sayfa 21
Görsel 1.16 : sayfa 21
Grafik 1.1 : sayfa 22
Görsel 1.22 : sayfa 27
Görsel 1.23 : sayfa 28
Görsel 1.27 : sayfa 29
Görsel 1.43 : sayfa 33
Görsel 1.46 : sayfa 34
Görsel 1.50 : sayfa 36
Görsel 1.51 : sayfa 36
Görsel 1.52 : sayfa 37
Görsel 1.53 : sayfa 37
Görsel 1.54 : sayfa 37
Görsel 1.55 : sayfa 37
Görsel 1.56 : sayfa 37
Görsel 1.57 : sayfa 37
Görsel 1.58 : sayfa 37
Grafik 1.2 : sayfa 38
Görsel 1.59 : sayfa 39
Görsel 1.60 : sayfa 39

2. ÜNİTE

Görsel 2.4 : sayfa 56
Görsel 2.10 : sayfa 66
Görsel 2.14 : sayfa 71
Görsel 2.15 : sayfa 72
Görsel 2.18 : sayfa 79
Görsel 2.22 : sayfa 90

Genel Ağ adreslerinden alınan ve lisansla filtrelenmemiş olan görseller:

1. ÜNİTE

Görsel 1.19 : petri kabı kanser1.jpg, petri kabıkanser2.jpg, petri kabı kanser1.jpg
Görsel 1.20 : petri kabı kanser4.jpg, petri kabı kanser5.jpg, petri kabı kanser6.jpg
Görsel 1.31 : Arı 2.jpg, arı.jpg
Görsel 1.75 : centaurea 2.jpg

2. ÜNİTE

Görsel 2.7 : mendel.jpg
Görsel 2.8 : bağımsız gen-jpg
Görsel 2.9 : bağlı gen sayfa 64600.jpg, bağlı gen 3600.jpg, sayfa 64600.jpg
Görsel 2.19 :anatomi600.jpg
Görsel 2.24 : smg00739.jpg

3. ÜNİTE

Görsel 3.55 : web_yaban-hayvanı-tedavi.jpg, web_yaban-hayvanı-tedavi-(6).jpg, web_yaban-hayatı-foto-(2).jpg